ISSN 0376-477X

中華農業研究

第四十二卷 第三期

目　次

期作對玉米硬粒種與馬齒種組合青割產量及品質性狀之影響

Ⅰ.青割產量及品質在期作與不同粒型組合之變異 ……………謝光照　曾富生…217

Ⅱ.期作對不同粒型後裔組合力之表現 ……………………………謝光照　曾富生…232

三島柴胡臺農一號之組織培養 ………………………許家言　劉新裕　蔡新聲…245

臺灣白芷組織培養之研究Ⅰ.癒合組織之

誘導及培養基成分之探討 ……………………張文德　陳忠川　張永勳　蔡新聲…253

山藥優良品系70W04之選育、栽培與

品質研究 ……………………………………劉新裕　王昭月　宋麗梅　高介志…265

山藥不同品系間之變異研究 ………………王昭月　劉新裕　宋麗梅　高介志…280

加工用楊桃雜交後裔選拔 ………………………………………王武彰　楊淑惠…292

印度棗柑桔葉蟎之發生及藥劑防治 ……………………溫宏治　郝秀花　林正忠…303

臺灣錐尾亞目薊馬名錄 ………………………………………………………王清玲…309

蘋果彈性模數衰退模式之研究 …………………………………黃禮棟　陳必超…327

中華民國八十二年九月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(3)：217~231（1993）

期作對玉米硬粒種與馬齒種組合青割產量及品質性狀之影響

I.青割產量及品質在期作與不同粒型組合之變異[1]

謝光照[2]　曾富生[3]

摘要：爲探討玉米不同粒型組合，在臺灣春、秋及裡作環境下之青割產量表現潛能，以四個硬粒種及四個馬齒種自交系半互交組合之28個 F_1雜種爲材料，分別於春、秋及裡作進行試驗。結果摘要如下：

變方分析顯示期作間、粒型組合間及期作×粒型組合間之交感作用，在大部份青割產量及品質性狀均達極顯著差異。春作：硬粒種同粒型與異粒型組合，在吐絲後21天時具有較高的整株鮮重及乾重；硬粒種同粒型組合，具有較低的果穗百分比、TDN；馬齒種同粒型組合，一般具有較大的果穗百分比及TDN。三種粒型組合間之整株乾物率沒有明顯的差異。秋作：在吐絲後50天時，硬粒種同粒型具有較高的整株鮮重及乾重；異粒型組合則具有較大的果穗百分比及TDN；馬齒種同粒型在青割產量及品質性狀等表現均較硬粒種同粒型及異粒型差。裡作：在吐絲後50天時，異粒型組合者，具有較高的青割產量、乾物率、果穗百分比及TDN 等特性。

青割鮮重及總乾物重經穩定性分析，顯示粒型組合間無一定的趨勢存在，三種粒型組合之回歸係數變異均很大。

相關分析發現同種粒型組合在不同期作之相關性，大部份性狀間之相關很類似，僅極少數在期作間有差異。不同粒型組合間比較，也顯示同粒型組合與異粒型組合間有明顯的差異存在。

由青割產量及品質性狀綜合研判顯示，春作及裡作應以異粒型組合之雜種模式；秋作則以硬粒種同粒型組合之雜種模式進行青割玉米育種之選育較有利。

關鍵詞：粒型、硬粒種、馬齒種、期作、穩定性。

作物的產量是一個相當複雜的性狀，受遺傳與環境因子的控制，各生長期之各種性狀的表現，均會直接或間接地影響最終產量，唯當各生長期之各種性狀的表現有最佳的配合，才能獲得最高的產量。一般學者認爲玉米的產量常因溫度、日照長短、雨量分配之多寡而發生變異，氣候環境因子中對作物生長影響最直接的爲溫度與日照。Hunter *et al.*[18]指出，在較長日照及較低溫度的聯合運作下，植株最後的乾物重及子粒產量均達最大。臺灣春秋二期作的氣象迴異，此種變異對玉米的生長發育可能產生明顯而連續的影響，致使青割產量的表現有異，故就玉米在本省不同栽培季節的特性，探討青割產量的表現，將可供選育優良青割玉米品種及栽培上之參考。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1672 號。
2. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。

作物乾物質的累積及水份含量的變化與其生育時期有密切關係，Cummins[13]與 Caldwell and Perry[12]等人研究均顯示，當玉米整株達最大乾物質產量時，其整株含水率爲66-70%。而 Daynard and Hunter[14]也得到類似的結果，發現玉米整株含水率降至65—68%，可減少在貯藏時因醱酵造成汁液的流失，並可獲得最大乾物質產量及飼養值，因而建議當玉米子粒含水率在45%及整株含水率約爲65-68%時，收割可獲得最大的乾物質產量，且最適作青貯料。一般玉米用手指擠壓沒有乳狀液流出時（糊熟期），即爲青割玉米適當收割期[21]。

McAllan and Phipps[22]指出，玉米整株與穗的乾物重隨成熟時間的增加，呈穩定性的增加；莖稈之乾物重卻隨時間之增加而減少。而 Cummins[13]發現，玉米整株鮮重隨成熟度之增加而減少，而總乾物質產量隨成熟度之增加而增加，然後呈現下降現象；報告中同時指出，玉米果穗的可消化性物質含量（IVDDM-*in vitro* digestible dry matter）隨成熟度的增加而增加，然後持平至糊熟期達到最大；葉片中 IVDDM 一般隨成熟度之增加而減少；莖稈中的 IVDDM，當水份供應充足時，隨成熟度之增加而增加。另 Byer and Ormiston[11]、Bryant *et al.*[10]及 Johnson and McClure[20]等人均曾發現，玉米青貯料的品質隨成熟度之增加而增加，至糊熟期爲最大。而 Daynard and Hunter[14]的研究也發現青割玉米之整株乾物率在 24%～39.6%之間，其可消化性乾物率爲固定的常數。Fairey[16]試驗證實青割玉米品質受收穫時期的乾物質含量及子粒含量所影響。而玉米果穗／莖葉比值與可消化性的乾物質百分比呈正相關，表示果穗比例越高，IVDDM 越高，其營養價值一般較高[26,28]。

玉米生長易受栽培環境的影響，在不同生長季節，常因氣象因子的變動而有所差異[1,4,8]。而洪等[3]研究顯示，臺灣春作玉米生長爲早期——短期強勢型；秋作玉米生長則爲晚期——長期持續型生長，顯示不同氣象環境對玉米生長有明顯的影響存在。因此性狀間之相關性的表現，可能因期作[9]及粒型組合而有差異，Roth *et al.*[26]的研究發現果穗／莖葉比值與可消化性乾物質百分比呈正相關；而果穗的百分比與青貯料品質也有顯著相關[27]。

一般飼料玉米的育種目標以高子粒產量爲主[7]，而青割玉米之育種則以育成乾物質生產量及乾物率均高且營養消化率高爲目標[17]。呂等[2]研究指出，馬齒種同粒型組合一般有較佳的子粒性狀；硬粒種同粒型組合一般較晚熟而株型較高大；而馬齒種×硬粒種之植株及子粒性狀均介於兩同粒型組合之間；莊[5]認爲馬齒種×硬粒種一般具有較大的果穗比例，由前人之結果，雖然可看出性狀的表現在粒型組合間有所不同，但有關馬齒種×馬齒種、硬粒種×馬齒種、硬粒種×硬粒種等雜交種在青割產量方面的雜種優勢之表現，本省目前尙無研究報告可循，況且在育種目標不同的情況下，利用飼料玉米馬齒種×硬粒種之雜種模式，在青割玉米之選育上是否適當，且不同期作下，三種粒型組合之穩定性的表現如何，有加以研究的必要。

本試驗的目的，即在探討不同期作與不同型間組合之青割產量的表現潛能及其穩定性，以便作爲青割玉米育種選拔模式採用之參考。

材料與方法

一、材料及栽培方法

本試驗使用 8 個自交系，其代號、名稱、系譜、起源、粒型及特性等項目，詳列如表 1。

表 1. 參試自交系之背景資料

Table 1. Inbred lines used as the experiment

Code	Inbred	Pedigree	Origin	Kernel form
A	Hi 25	(B14A×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
B	Hi 31	(B68×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
C	Hi 33	(Mo17×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
D	Hi 26	(CI21E×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
E	Antigua-2D	Antigua	Caribbean	Flint
F	SW 654	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint
G	Pi-362	Pioneer 6875 derivative	Pioneer international Co. LTD.	Flint
H	TA80-2598-44	(TA80-2598×Suwan-1) BC_3	TARI, Taiwan	Flint

上述四個馬齒種及四個硬粒種之半互交的28個 F_1，分別在1987年秋作（9月5日）及1988年春作（3月3日）及裡作（11月11日），播種在農試所試驗田。田間試驗採逢機完全區集設計，四區集，小區行長5公尺，行株距70×25公分，三行區。肥料分基肥及追肥兩次施用。基肥以臺肥39號複合肥料（N：P_2O_5：K_2O＝12：18：12），每公頃施500kg，於播種前施入土內。追肥以硫酸銨（N＝21%）於齊膝期培土時施用，每公頃施450kg。每穴兩粒播，然後間拔僅留一株，田間管理包括除草、中耕、培土及灌溉等項，均依照一般玉米栽培法進行。

二、青割適期分別於春作吐絲後21天，秋作及裡作吐絲後50天[6]進行取樣，青割產量及品質各性狀的調查方法：

(一)整株鮮重（fresh weight/20-plant）：三行區的中間一行於青割適期割取20株，稱其鮮重。

(二)整株乾重（total dry weight/20-plant）：由割取的20株之鮮重乘以整株乾物率而得之乾重。

(三)整株乾物率（whole-plant dry matter content）：每小區割取20株中，逢機取5株，稱其鮮重，然後在70°C烘乾機中烘七天，再稱其乾重，以乾重／鮮重而得之。

(四)果穗百分比（ear percentage）：果穗乾重／整株乾重。

(五)總營養消化率（TDN %-total digestable nutrient percetage）：青割玉米 TDN 測定法比照日本 Pioneer 種子公司推廣手册使用方法[19]進行估算，其法於植株收割時全株烘乾，以下列公式求得：

$$TDN\ \% = \frac{〔(\text{莖葉乾重} \times 0.582) + (\text{果穗乾重} \times 0.85)〕}{\text{莖葉乾重} + \text{果穗乾重}} \times 100$$

三、分析方法

試驗結果，先進行變方分析及平均值顯著性測驗。再以 Eberhart and Russell[15]之公式進行穩定性分析，並估算不同粒型組合各型內性狀間之相關係數。

以 Eberhart and Russell[15]公式，假設直線回歸數學模式為：

$Y_{ij} = U_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$

Y_{ij}：第 i 個品系在第 j 個環境下之品種平均值。

U_i：第 i 個品系在所有環境下之平均值。

β_i：第 i 個品系對環境指示之回歸係數。

δ_{ij}：第 i 個品系在第 j 環境所得之剩餘機差。

I_j：為環境指數。

求回歸係數 b_i 及離回歸變方估值 S^2d_i

b_i：$\sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I_j^2$

$S^2d_i = \sum_j \delta^2_{ij} / (n-2) - S^2_e/r$

以 $\bar{x}$，b_i 及 S^2d_i 作為品系穩定與否及環境適應性之判定標準。

四、氣象資料

試驗進行期間（1987年8月至1989年5月）之氣象資料，包括月平均氣溫、月總日照時數及日長變化情形等項目，其詳細情形列如圖 1 所示。

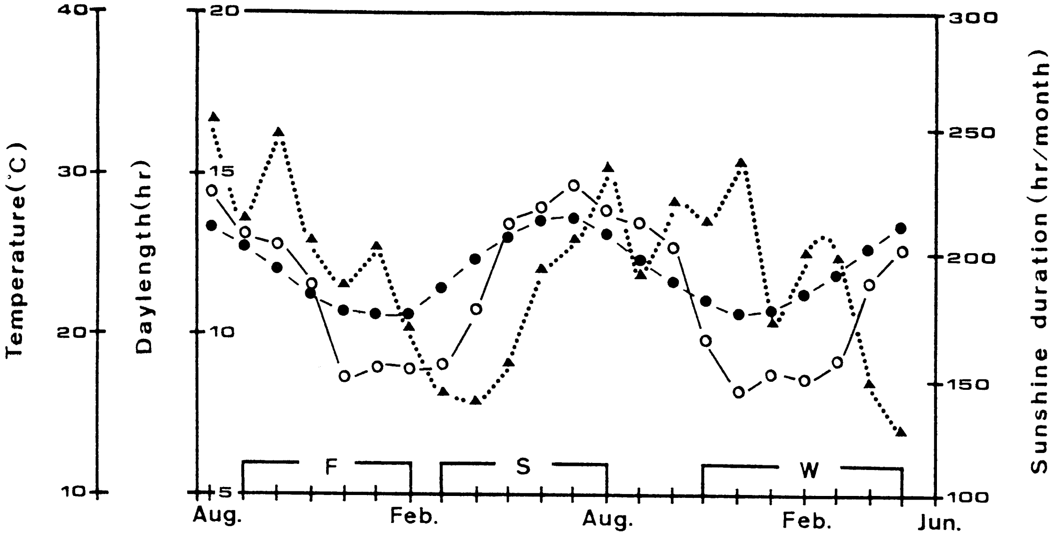


圖 1． 試驗期間（1987年8月至1989年5月）之月平均氣溫，每月總日照時數，及每月平均日長之變化

Fig. 1. Monthly mean temperature (o) ，sunshine duration per month (▲) , and daylength (●) at Wufeng (Taichung) area from August, 1987 to May. 1989." F" ，" S" and" W" indicate fall, spring and winter, respectively.

結　　果

一、變方分析

三期作的28個半互交 F_1 之青割產量與品質性狀經變方分析之結果列如表2。由表可看出所有調查性狀在 F_1 雜種間均達極顯著，表示基因型間有差異存在。粒型組合間，所有性狀均達極顯著差異。馬齒種×馬齒種粒型內 F_1 雜種間所有狀均達極顯著，表示馬齒種×馬齒種粒型內 F_1 雜種間有差異存在。馬齒種×硬粒種粒型內 F_1 雜種間，所有的性狀均達極顯著；而硬粒種×硬粒種粒型內，僅果穗百分比、TDN 等性狀，在 F_1 雜種間有差異存在。所有性狀在期作間均達極顯著。F_1 雜種×期作劃分為期作×粒型組合間、期作×〔D×D 粒型內〕、期作×〔D×F 粒型內〕、期作×〔F×F 粒型內〕四部，發現除整株乾物率外，其餘性狀在期作×粒型組合間，均有顯著的交感作用。

表 2. 八個自交系之全互交 F_1 雜種五項性狀之均方值 (1987-1988三期作合併)

Table 2. Combined analysis over three seasons of five traits for a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Source	df	Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage	TDN
Season (S)	2	1,350.01**	48,162**	832.83**	6,612.75**	480.48**
Block/season	9	11.43	982	15.34	52.59	3.92
Hybrid (H)	27	42.40**	3,058**	31.81**	139.73**	10.47**
Combination (C)	(2)	237.00**	26,000**	55.36**	393.89**	30.92**
Within Dent × Dent	(5)	38.82**	1, 799**	19.29**	262.81**	18.92**
Within Dent × Flint	(15)	30.79**	2,144**	36.82**	69.35**	5.21**
Within Flint × Flint	(5)	2.60	1,023	19.88	126.11**	9.64**
S × H	54	9.47**	795**	13.95**	60.09**	4.34**
S × C	(4)	29.20**	7,270**	14.90	178.65**	13.16**
S × within D×D	(10)	5.31	398	19.02	46.42**	3.24*
S × within D×F	(30)	6.75*	592	13.68**	59.62**	4.27**
S × within F×F	(10)	13.88**	812	9.33	27.42	2.13
Error	243	3.44	380	6.65	17.09	1.30

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.

二、組合間青割產量及品質性狀平均值之差異

(一)春　作

春作28個 F_1 雜種之青割產量及品質性狀之平均值，列於表 3 。由各種粒型組合之平均值顯示，在春作環境下，吐絲後21天時的整株鮮重及整株乾重：硬粒種同粒型與異粒型，兩者之間並沒有明顯差異存在，但與馬齒種同粒型相比較，顯然具有較高的鮮重及乾物重。整株乾物率：顯示三種粒型組合間並沒有明顯差異。果穗百分比：在吐絲後21天時取樣，顯示馬齒種同粒型組合與異粒型組合，兩者間並沒有差異；但馬齒種同粒型組合與異粒型組合均比硬粒種同粒型具有較高的果穗百分比。TDN：顯示馬齒種同粒型＞異粒型組合＞硬粒種同粒型。

表 3. 二十八個 F_1 雜交種及粒型組合五項性狀之平均值（1988春作）

Table 3. Cross means of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, spring of 1988.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Dent×Dent	A×B	16.67	4.39	26.24	28.47	65.82
	A×C	16.45	4.58	27.80	43.95	69.97
	A×D	16.92	4.13	24.69	38.14	68.32
	B×C	21.95	5.53	25.22	33.91	67.28
	B×D	17.60	4.58	25.95	26.57	65.31
	C×D	16.20	4.13	25.50	31.38	66.60
	$\bar{X}$	17.63	4.56	25.90	33.78	67.22
Flint×Flint	E×F	20.82	5.45	26.28	23.27	64.43
	E×G	18.72	4.82	24.52	22.57	63.88
	E×H	20.27	5.65	27.77	31.31	66.58
	F×G	21.30	5.72	26.64	20.49	63.68
	F×H	18.25	5.03	26.60	27.54	65.57
	G×H	23.12	5.91	25.43	29.91	66.21
	$\bar{X}$	20.41	5.43	26.22	25.85	65.06
Dent×Flint	A×E	20.87	5.60	27.00	35.73	66.77
	A×F	21.22	5.77	27.31	34.36	67.40
	A×G	17.10	4.86	28.21	33.37	67.14
	A×H	20.00	5.65	28.06	39.53	68.79
	B×E	21.70	5.70	26.29	32.03	66.77
	B×F	22.32	5.23	23.48	29.46	66.10
	B×G	23.20	6.08	26.21	27.16	65.47
	B×H	20.70	5.12	24.74	35.01	67.58
	C×E	20.47	6.21	30.20	31.14	66.54
	C×F	21.60	5.91	27.39	35.44	67.69
	C×G	18.60	4.66	24.94	28.27	65.77
	C×H	19.85	4.97	25.19	33.43	67.15
	D×E	21.00	5.60	26.38	21.31	63.90
	D×F	21.37	5.87	27.55	26.11	65.19
	D×G	20.85	5.64	26.95	24.54	64.77
	D×H	20.42	5.76	28.16	32.96	67.03
	$\bar{X}$	20.70	5.54	26.75	31.24	66.50
$L.S.D_{0.05}$		3.27	1.17	3.26	5.07	1.37

綜合言之，在春作環境下，硬粒種同粒型組合與異粒型組合，在吐絲後21天時具有較高的整株鮮重及乾重；硬粒種同粒型組合，具有較低的果穗百分比、TDN；馬齒種同粒型組合一般具有較大的果穗百分比及 TDN。三種粒型組合間之整株乾物率並沒有明顯差異。

(二)秋 作

28個 F_1 雜種之粒型組合間青割產量（吐絲後50天）及品質性狀之平均值，列如表4。由各種粒型組合之平均值顯示，整株鮮重及整株乾重，均以硬粒種同粒型最大，其次爲異粒型，最小者爲馬齒種同粒型。整株乾物率在三種粒型組合間並沒有顯著差異。果穗百分比及 TDN ；則呈異粒型＞馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型之趨勢。綜合言之，在秋作環境下硬粒種同粒型具有較高的鮮重及乾重；異粒型則具有較大的果穗百分比及 TDN；馬齒種同粒型在青割產量

及品質性狀等表現均較硬粒種同粒型及異粒型差。

表 4. 二十八個 F_1 雜交種及粒型組合五項性狀之平均值 (1987秋作)

Table 4. Cross means of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, fall of 1987.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
	A×B	8.35	2.49	30.07	35.36	67.66
	A×C	11.50	2.81	25.02	46.34	70.74
	A×D	10.92	3.22	29.89	40.07	68.93
Dent×Dent	B×C	13.00	3.35	25.81	44.66	70.16
	B×D	11.07	3.02	27.15	39.84	68.87
	C×D	9.77	3.04	31.15	49.59	71.48
	$\bar{X}$	10.77	2.99	28.24	42.64	69.64
	E×F	14.40	4.33	28.39	42.27	69.52
	E×G	18.37	5.17	28.08	38.60	68.44
	E×H	15.85	4.35	27.70	42.02	69.45
Flint×Flint	F×G	16.92	5.46	32.41	35.72	67.77
	F×H	17.50	4.95	28.27	35.72	67.76
	G×H	14.60	4.26	29.21	43.73	69.91
	$\bar{X}$	16.27	4.75	29.01	38.01	68.81
	A×E	12.42	3.75	30.48	44.28	70.08
	A×F	15.62	4.35	28.00	45.38	71.30
	A×G	14.70	4.32	29.72	42.36	69.54
	A×H	12.82	4.07	31.93	48.13	71.09
	B×E	13.92	4.27	30.67	45.45	70.37
	B×F	18.32	4.69	24.23	43.88	69.95
	B×G	15.47	4.69	30.26	50.58	71.75
	B×H	14.35	4.17	29.17	43.51	69.84
Dent×Flint	C×E	11.87	3.64	30.58	47.78	71.00
	C×F	13.67	3.62	26.57	40.97	69.17
	C×G	13.52	4.19	31.00	44.81	70.20
	C×H	13.27	3.54	26.86	43.49	69.85
	D×E	12.45	4.17	33.45	46.96	70.78
	D×F	16.22	4.40	27.13	43.26	69.78
	D×G	14.22	4.41	31.31	42.81	69.66
	D×H	13.45	3.53	26.37	42.27	69.52
	$\bar{X}$	14.14	4.11	29.23	44.74	70.24
$L.S.D_{0.05}$		2.21	0.64	3.92	6.23	1.57

(三)裡　作

28個 F_1 雜種之粒型組合間青割產量 (吐絲後50天) 及品質性狀之平均值，列如表5。由各種組合之平均值可看出，整株鮮重、整株乾重、果穗百分比及 TDN 等性狀，均呈現異粒型＞硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型的趨勢；而整株乾物率則爲異粒型＞馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型的趨勢。綜合而言，在裡作環境下，異粒型組合者，具有較高的青割產量、乾物率、果穗百分比及 TDN 等特性。

表 5.二十八個 F_1 雜交種及粒型組合五項性狀之平均值（1988裡作）

Table 5. Cross means of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, winter of 1988.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
	A×B	11.82	3.35	28.30	34.85	67.53
	A×C	11.67	3.93	33.76	46.51	70.54
	A×D	10.80	3.42	32.28	41.86	69.41
Dent×Dent	B×C	15.87	4.60	29.09	42.13	69.48
	B×D	15.60	4.55	29.22	39.34	68.74
	C×D	11.27	3.87	34.37	46.90	70.76
	$\bar{X}$	12.84	3.95	31.17	41.88	69.41
	E×F	16.10	4.62	28.89	39.44	68.66
	E×G	14.35	3.90	27.19	41.51	69.25
	E×H	12.70	4.02	31.60	48.49	71.19
Flint×Flint	F×G	15.17	5.07	31.51	42.72	69.64
	F×H	15.12	4.33	28.65	46.73	70.74
	G×H	12.72	4.26	33.36	47.64	70.96
	$\bar{X}$	14.36	4.37	30.20	44.42	70.07
	A×E	13.75	4.69	34.48	43.73	70.00
	A×F	16.00	5.09	31.82	44.90	70.23
	A×G	13.30	4.47	33.78	45.57	70.41
	A×H	13.75	4.79	35.02	49.19	71.37
	B×E	17.27	4.97	28.84	36.13	67.87
	B×F	18.80	5.25	28.11	43.97	69.98
	B×G	19.07	5.37	28.50	39.61	68.81
	B×H	16.77	5.14	30.57	48.52	71.20
Dent×Flint	C×E	12.42	4.53	36.60	47.97	71.04
	C×F	15.35	5.13	33.43	49.80	71.54
	C×G	11.92	4.12	34.67	44.29	70.06
	C×H	11.62	4.01	34.68	54.25	72.72
	D×E	11.27	3.82	33.34	44.14	70.02
	D×F	14.32	4.40	30.88	42.75	69.75
	D×G	12.70	4.55	36.05	45.97	70.38
	D×H	12.37	4.20	34.18	47.86	70.89
	$\bar{X}$	14.42	4.66	32.81	45.54	70.39
$L.S.D._{0.05}$		2.09	0.69	3.63	6.06	1.65

(四)期作間之差異

期作間青割產量及品質性狀之平均值，列於表6。由表可看出整株鮮重爲春作＞裡作＞秋作。整株乾重爲春作＞秋作≒裡作。整株乾物率則爲裡作＞秋作＞春作，但僅裡作與春作有顯著差異。果穗百分比及 TDN 則呈現秋作與裡作明顯的大於春作，但秋作與裡作間並無顯著差異。

表 6.五項性狀之粒型組合與期作之平均值（1987秋作至1988裡作）

Table 6. Crop season and combination means of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, 1987—1988.

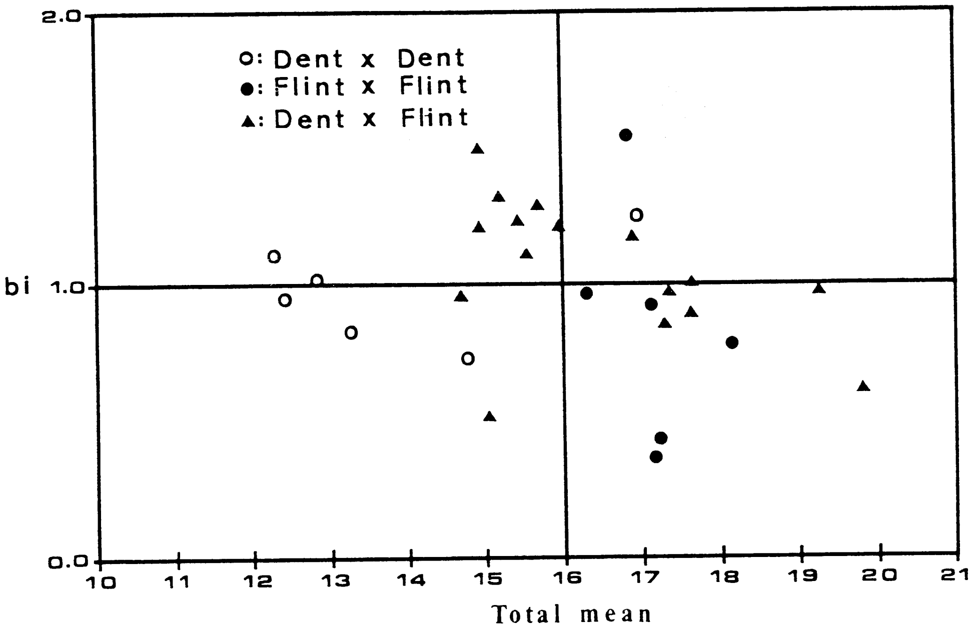
Source	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Spring	19.92	5.31	26.45	30.63	66.34
Fall	11.95	4.01	28.97	42.84	69.81
Winter	14.07	4.48	31.90	44.52	70.11
Dent × Dent	13.75	3.83	28.44	39.43	68.76
Dent × Flint	16.42	4.77	29.60	40.51	69.04
Flint × Flint	17.01	4.85	28.48	36.09	67.98

(五)粒型組合間之差異

根據粒型組合平均值之比較（表6），發現整株鮮重及整株乾重爲硬粒種同粒型≒異粒型>馬齒種同粒型。整株乾物率在三種粒型組合間並無顯著差異。果穗百分比爲異粒型≒馬齒種同粒型>硬粒種同粒型。TDN 雖爲異粒型>馬齒種同粒型>硬粒種同粒型，但僅異粒型與硬粒種同粒型間有顯著差異。

三、青割鮮重及乾物重在不同季節下之穩定性

青割整株鮮重之季節穩定性分析，結果示如圖 2，可看出馬齒種同粒型組合中的大部份基因型低



Fresh weight(Kg/20-plant)

圖2. 青割鮮重在不同期作下之回歸係數。

Fig. 2. Regression coefficients are plotted against genotype means of fresh weight.

於平均鮮重，其回歸係數介於 0.73～1.26，顯示在不同季節下，爲低產且不穩定；硬粒種同粒型組合中的大部份基因型則大於平均鮮重，而其回歸係數的變域範圍爲 0.37～1.51 間；而異粒型的變域範圍也極大，表示有的基因高產而穩定，有的基因型則產量低而不穩定。綜合言之，整株鮮重穩定性的表現，在粒型組合間並無一定的趨勢，但可在硬粒種×硬粒種或馬齒種×硬粒種中找出表現較佳者。

整株乾物重的表現，如圖 3，由圖中發現馬齒種同粒型與硬粒種同粒型的表現很明顯的分爲高產及低產兩群，馬齒種同粒型屬於低產，而硬粒種同粒型則爲高產群，但其穩定性的表現則變化很大；異粒型組合中，大部份基因型高於平均乾物重，少數低於平均乾物重，而回歸係數的變域介於 0.28～1.98之間，表示異粒型組合的穩定性也不良。綜合上述顯示，整株乾物重的穩定性在粒型組合間變化很大，並無固定的趨勢可循，但還是可從硬粒種×硬粒種或馬齒種×硬粒種中找出可用之組合。

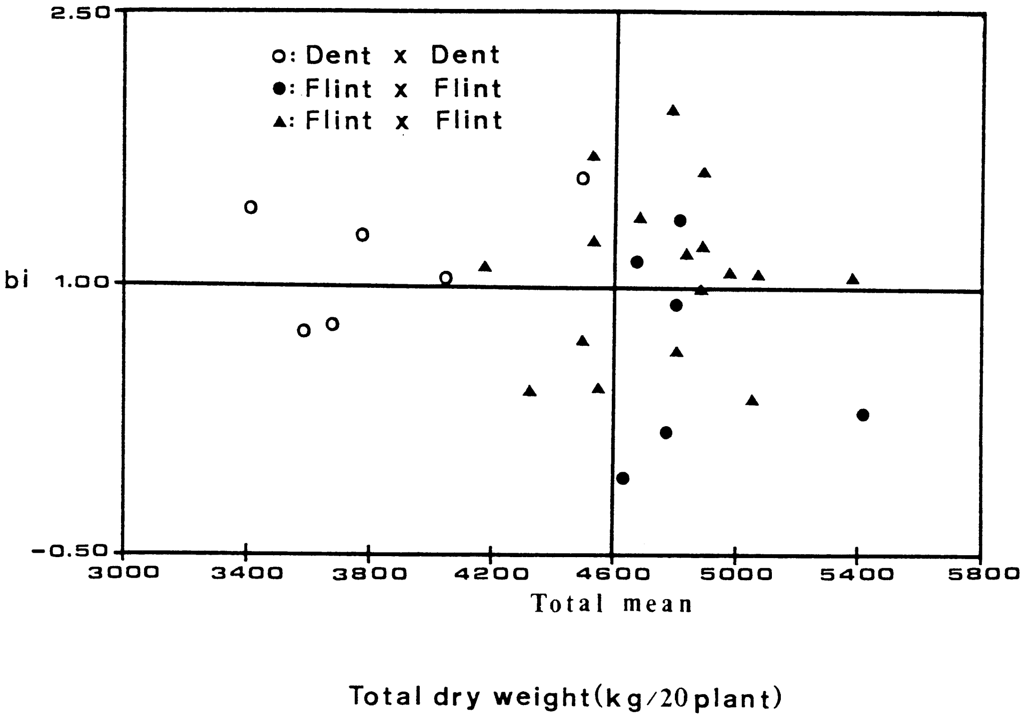


圖3. 總乾物重在不同期作下之回歸係數。

Fig. 3. Regression coefficients are plotted against genotype means of total dry weight.

四、相關係數

(一)馬齒種同粒型之相關係數

馬齒種同粒型內青割產量與品質性狀之相關係數，列如表7。由表中可看出，春作、秋作與裡作，大部份性狀間之相關很類似，僅極少數性狀在期作間略有不同而已。

表 7.不同期作間馬齒種與馬齒種 F_1 雜交種五個性狀間之相關係數（1987秋作至1988裡作）

Table 7. Correlation coefficients among five traits based on dent x dent hybrids data measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI,1987-1988.

Character		Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage
Total dry weight	S	0.93**			
	F	0.77			
	W	0.89*			
Whole-plant dry matter content	S	−0.34	0.00		
	F	−0.76	−0.20		
	W	−0.63	−0.24		
Ear percentage	S	−0.08	0.02	0.36	
	F	0.40	0.42	−0.16	
	W	−0.23	0.19	0.88*	
TDN	S	−0.08	0.02	0.38	0.99**
	F	0.41	0.40	−0.18	0.99**
	W	−0.23	0.20	0.88*	0.99**

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.
S : Spring, F : Fall, W : Winter.
Sample size n=6

春作環境下，達顯著相關的有整株鮮重與整株乾重（0.93**）、果穗百分比與 TDN（0.99**）。

秋作環境下，性狀間達顯著相關的有果穗百分比與 TDN（0.99**）。

裡作環境下，達顯著相關的有整鮮重與整株乾重、整株乾物率與果穗百分比、整株乾物率與 TDN、果穗百分比與 TDN 等。

㈡異粒型內之相關係數

異粒型內之相關係數，列如表8。三期作內，性狀間之相關一致，且達顯著的有整株鮮重與整株乾重。其他性狀間之相關，在期作間的表現程度略有不同。

表 8.不同期作間馬齒種與硬粒種 F_1 雜交種五項性狀間之相關係數（1987秋作至1988裡作）

Table 8. Correlation coefficients among five traits based on dent x flint hybrids data measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Character		Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage
Total dry weight	S	0.65**			
	F	0.73**			
	W	0.91**			
Whole-plant dry matter content	S	−0.22	0.58*		
	F	−0.61*	0.08		
	W	−0.87**	−0.61*		
Ear percentage	S	−0.22	−0.07	0.18	
	F	−0.15	0.29	0.54*	
	W	−0.49*	−0.30	0.60*	
TDN	S	−0.30	−0.25	0.02	0.41
	F	−0.06	0.32	0.45	0.94**
	W	−0.49	−0.29	0.60*	0.99**

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.
S : Spring, F : Fall, W : Winter.
Sample size n=16.

㈢硬粒種同粒型內之相關係數

硬粒種同粒型內之相關係數，列如表9。三期作達極顯著相關的有果穗百分比與 TDN。

綜合而言，不同粒型組合間在不同期作之表現似有不同。馬齒種同粒型與硬粒種同粒型兩組合，性狀間相關之表現似乎與異粒型組合有明顯的差異。

表 9.不同期作間硬粒種與硬粒種 F_1 雜交種五項性狀間之相關係數（1987秋作至1988裡作）

Table 9. Correlation coefficients among five traits based on flint x flint hybrids data measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Character		Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage
Total dry weight	S	0.93**			
	F	0.82*			
	W	0.58			
Whole-plant dry matter content	S	0.01	0.47		
	F	0.05	0.40		
	W	−0.61	0.70		
Ear percentage	S	0.17	0.93**	0.39	
	F	−0.79	−0.11	−0.43	
	W	−0.78	0.45	0.59	
TDN	S	0.21	0.95**	0.44	0.99**
	F	−0.81*	−0.13	−0.42	0.99**
	W	−0.77	0.46	0.59	0.99**

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.
S : Spring, F : Fall, W : Winter.
Sample size n=6.

討 論

往昔臺灣玉米之育種著重於子粒產量，因而大部份的試驗研究均偏重於子粒產量及其相關性狀之探討，而很少涉及青割玉米研究。近年來由於畜牧業之推行，青割玉米成爲很受重視作物之一。青割玉米作成之青貯料（silage）或青飼料（forage），是一種嗜口性佳，且營養價值頗高之芻料，飼養乳牛，更可提高泌乳量及乳脂率[25]。因此青割玉米在畜牧事業中是一重要作物。青割玉米育種之目標以乾物質產量及整株品質均佳爲主[17]，與飼料玉米之目標截然不同。在臺灣目前青割玉米之育種一般均採用飼料玉米之硬粒種×馬齒種之模式進行選育，而此方法是否適當實有加以探討之必要。

本研究結果顯示所調查的青割產量及品質性狀在期作間、粒型組合間及期作×粒型組合間之交感作用均達顯著差異。三期作青割玉米整株乾物種比較之結果，顯示青割期整株乾物重爲春作>裡作>秋作。可能係營養器官（莖稈、葉片、葉鞘）的生長潛能春作大於秋作，使玉米的生長受到顯著的影響[3,8]。

由試驗觀察，發現馬齒種同粒型之營養生長較差，株高、葉面積、稈莖等均較小；硬粒種同粒型營養生長旺盛，葉片大，株高及莖稈均大；異粒型組合兼具馬齒種及硬粒種的長處，表現出營養生長旺盛，葉片、株高及莖稈均大等特性。而青割整株乾物重呈現硬粒種同粒型≒異粒型>馬齒種同粒型之趨勢，同時由穩定性分析也顯現，硬粒種同粒型及異粒型屬於較高產的一群，大體上來說，青割玉米的選育應以異粒型及硬粒種同粒型組合爲材料較有利。

雖然青割玉米的選育以硬粒種同粒型及異粒型組合較爲有利，但由於粒型組合與期作間有明顯的交感作用存在，故應分別選育適合於不同期作之品種較有利，同時由季節穩定性分析也發現三種粒型

組合間，青割產量的穩定性變異很大且沒有一定趨勢可循，故必須於各期作中就其青割整株乾物種的大小及穩定性進行選拔較合宜。春作的整株乾物重爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，顯然以異粒型的表現最佳。秋作吐絲後50天時的樣品之整株乾物重在粒型組合間的大小爲硬粒種同粒型＞異粒型＞馬齒種同粒型，顯示秋作環境下有利於硬粒種同粒型的生長，使營養生長旺盛形成較大比例的莖葉生長量，造成其整株鮮重及乾物重均最大。裡作環境下，吐絲後50天時的整株乾物重表現趨勢與春作相類似，均爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，同時裡作環境下，異粒型之整株鮮重，果穗百分比及 TDN 均較大，顯示異粒型不但青割乾物重高且品質性狀也較其他粒型組合佳。

由本試驗之事實，認爲青割玉米之育種，在臺中地區春作及裡作以異粒型組合之模式較佳；而秋作則以硬粒種同粒型之雜交種模式較有利，但不論採用硬粒種同粒型或異粒型之組合，均應選擇遺傳歧異性較大之自交系較有利[23,24]。而田間實際選拔時，一般應以整株乾物重當作選拔依據，故必須龐大的烘乾設備，工作極爲困難，而由本試驗性狀間的相關得知，青割整株乾物重與整株鮮重呈極顯著正相關，故在選育青割玉米時，以整株鮮重當作指標進行選拔，即可獲得同樣之選拔效果。

引用文獻

1. 王強生、王碧玉、劉大江。1988。玉米對溫度與光週期之生長反應。中華農業研究 37(4)：379-388。
2. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種自交系雜種優勢及組合力之全互交分析。中華農業研究 35(2)：145-164。
3. 洪梅珠、涂勳、曾富生。1984。玉米產量形成過程在春秋期作之變異。中華農學會報 新125：61-70。
4. 范明仁。1987。玉蜀黍光合成物質生產與分配。國立臺灣大學農藝研究所博士論文。
5. 莊周瑞。1989。玉米硬粒型與馬齒型種源雜交種遺傳及生育特性之研究。國立中興大學糧食作物研究所博士論文。
6. 許福星、洪國源、李國貞、徐阿里。1987。青割玉米不同成熟期青割產量及營養成分變化。中華農學會報 新139：44-55。
7. 萬雄、呂宗佳、盧煌勝、何千里。1986。單雜交玉米臺農三五一號之育成。中華農業研究 35(1)：11-22。
8. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
9. 謝光照、盧煌勝、劉孔生、何千里、呂宗佳。1989。期作對青割玉米生長與收穫適期之影響。中華農業研究 38(3)：291-305。
10. Bryant, H.T., J.H. Huber, and R. E. Blaser. 1965. Comparison of corn silage harvested at the milk and medium dough stage of maturity for dry matter intake, digestibility, and milk production of lactating cows. J. Dairy Sci. 48：838.
11. Byers, J. H., and E. E. Ormiston. 1964. Feeding value of mature corn silage. J. Dairy Sci. 47：707.
12. Caldwell, D. M., and T. W. Perry. 1971. Relationships between stage of maturity of the corn plant at time of harvest for corn silage and chemical composition. J. Dairy Sci. 54：533-536.
13. Cummins, D. G. 1970. Quality and yield of corn plant and component parts when harvested for silage at different maturity stage. Agron. J. 62：781-784。
14. Daynard, T. B., and R. B. Hunter. 1975. Relationship among whole-plant moisture, grain moisture, dry matter yield, and quality of whole-plant corn silage. Can. J. Plant Sci. 55：77-84。
15. Eberhart, S. A., and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6：36-40。
16. Fairey, N. A. 1980. The effects of hybrid maturity, date of planting, and date of harvesting on growth and development of forage maize. Can. J. Plant Sci. 60：1367-1375。
17. Hunter, R. B. 1978. Selection and evaluation procedures for whole-plant silage. Can. J. Plant Sci. 58：661-678。

18. Hunter, R. B., M. Tollenaar, and C. M. Breuer. 1977. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea mays* L.) hybrid. Can. J. Plant Sci. 57 : 1127-1134。

19. Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986. Handbook for field experiment. The Company, Tokyo.

20. Johnson, R. R., and K. E. McClure. 1968. Corn plant maturity. IV. Effect on digestibility of corn silage in sheep. J. Animal Sci. 27 : 535-540.

21. Keiser, H. V. 1981. When should silage maize be harvested ? Herb. Abstr. 51# 1689.

22. McAllan, A. B., and R. H. Phipps. 1977. The effect of sample date and plant density on the carbohydrate content of forage maize and the change the occur on ensiling. J. Agric. Sci. Camb. 89 : 589-597.

23. Moll, R. H., W. S. Salhuana, and H. F. Robinson. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. Crop Sci. 2 : 197-198.

24. Paterniani, E., and J. H. Lonnquist. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (*Zea mays* L.) .Crop Sci. 8 : 504-507.

25. Phipps, R. H., R. F. Weller, and R. J. Fulford. 1979. The development of plant components and their effect on the composition of fresh and ensiled forage maize. 3. The effect of grain content on milk production. J. Agric. Sci. Camb. 92 : 493-498.

26. Roth, L. S., G. C. Marten, W. A. Compton, and D. D. Stuthman. 1970. Gentic variation of quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. Crop Sci. 10 : 365-367.

27. Schmid, A. R., R. D. Goodrich, G. C. Marten, J. C. Meiske, R. M. Jordan, and J. L. Holgerson. 1975. Evaluation of laboratory method for determining quality of corn and sorghum silages : I. Biological method of predicting *in vivo* digestibility. Agron. J. 67 : 243-246。

28. Thomson, A. J., and H. H. Rogers. 1968. Yield and quality components in maize grown for silage. J. Agric. Sci. Camb. 71 : 393-403.

Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize. I. Kernel Type and Crop Season on the Variations of Silage Yield and Quality Traits[1]

Guang-Jauh Shieh[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

A diallel set of four flint and four dent inbred lines of maize was evaluated in spring, fall and winter crop seasons for silage yield potential in Taiwan. The results were summarized as follows:

Combined analysis of variance indicated that crop season, combination type, and interaction of crop season x combination type were significant over the three crop seasons for most traits. Crosses were grouped into flint x flint, dent x flint and dent x dent for analysis. Average dry weight of total silage produced in the flint x flint and dent x flint combination were always behavier than of dent x dent groups in spring and winter crop seasons. However, the silage yield in the fall crop season in decending order was flint x flint, dent x flint and dent x dent crosses. Evidence of stability analysis for silage yields showed no consistent trends were existed in flint x flint, dent x flint and dent x dent crosses.

Because the crop season x combination type interactions were significantly in silage yield. Therefore, selection should be carried out in a specific crop season. In the silage improvement program, dent x flint crosses were better than flint x flint and dent x dent crosses in spring and winter, flint x flint crosses were potential patterns for better silage yield in fall crop in Taiwan. Phenotypic correlation between fresh and total dry weight at dough stage are highly significant, so that the fresh weight can aid selection index for silage yield improvement.

Key words : Kernel type, Flint, Dent, Crop seanon, Stability.

---

1. Contribution No. 1672 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung-Hsien, Taiwan 413, ROC.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing Univessity, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(3)：232～244（1993）

期作對玉米馬齒型與硬粒型組合青割產量及品質性狀之影響

II. 期作對不同粒型後裔組合力之表現[1]

謝 光 照[2]　　曾 富 生[3]

摘要：爲探討玉米不同粒型組合，在臺灣春、秋及裡作環境下之青割產量表現潛能，以四個硬粒種及四個馬齒種自交系半互交組合之28個 F_1 雜種爲材料，分別於春、秋及裡作進行試驗。結果摘要如下：

期作間、粒型組合間，在大部份青割產量及品質性狀均有差異。整株乾物重的表現，春作及裡作爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，秋作爲硬粒種同粒型＞異粒型＞馬齒種同粒型。

組合力分析，發現青割產量及品質性狀中，大部份性狀是由累加性及非累加性基因共同控制。各性狀在期作間的表現，由 GCA/SCA 比値比較，推測可能是累加性及非累加性基因的表現隨期作環境的變異，而有不同的表現程度所致。馬齒種自交系平均而言爲負的一般組合力效應；硬粒種自交系則表現正的一般組合力效應，不同粒型之 GCA 效應隨著期作而有不同的表現趨勢。馬齒種同粒型與硬粒種同粒型的特定組合力表現趨勢相似；而同粒型與異粒型相比較，發現大部份性狀同粒型爲負效應，而異粒型組合爲正的效應居多。不同粒型組合 SCA 之表現趨勢，隨期作環境的差異而有不同的反應趨勢。

關鍵詞：粒型、馬齒種、硬粒種、半互交、一般組合力、特殊組合力。

一般飼料玉米的育種目標以高子粒產量爲主，而青割玉米之育種則以育成乾物質生產量及乾物率均高且營養消化率高爲目標[13]。有關玉米粒型組合間性狀之研究，呂等[2]研究指出，馬齒種同粒型組合一般有較佳的子粒性狀；硬粒種同粒型組合一般較晚熟而株型較高大；而馬齒種×硬粒種之植株及子粒性狀均介於兩同粒型組合之間。莊[5]的研究則發現玉米植株各部位之分配型態，在粒型組合間並無太大差異，然而無論春作或秋作，穗部的分配率似乎以馬齒種×硬粒種較馬齒種×馬齒種及硬粒種×硬粒種爲高，由上述之研究可看出性狀的表現在粒型組合間有所不同。

一般玉米生長易受栽培環境所影響，在不同生長季節，常因氣象因子的變動而有所差異[1,4,7]。Hunter *et al.*[14]指出，在長日照及低溫的聯合運作下，玉米植株的乾物重可達最大。而洪等[3]研究顯示，臺灣春作玉米生長爲早期——短期強勢型；秋作玉米生長則爲晚期——長期持續型生長，顯示不同氣象環境對玉米生長有明顯的影響存在。另許多研究均顯示玉米基因型與地點間有交感作用[11,16,18]在臺灣春作植株生育期間溫度及日照之變化由低而高，特別在生殖生長期間明顯升高；秋作營養生長期溫度及日照較高，生殖生長期溫度較低；裡作植株全生育期間溫度及日照均較低，在此種不同的氣象環境下，不同粒型組合玉米之雜交種的表現，是否相似，有關之研究尙缺，因此不同粒型組

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1673 號。
2. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。

合之雜交種在不同期作之反應情形，實有加以探討的價值。

青割玉米莖葉產量及果穗乾物率由累加性及非累加性基因共同控制，且基因型與環境有交感作用存在[17]。Wilkinson[21]研究結果顯示基因型對青貯料的組成份及活體外之消化性（digestibility *in vitro*）影響極小。而 Deinum and Struik[9]認爲青割玉米消化性的最大差異爲遺傳上的差異，其次爲栽培環境、栽培操作及管理方法的差異所造成。Roth *et al.*[19]的研究指出，青割玉米在活體外利用胃消化液於試管內的可消化性乾物質（IVDDM）的百分比，具有遺傳上的差異，而總遺傳變方中的一般組合力變方（GCA）大於特定組合力變方（SCA）。另 Dhillon *et al.*[10]在青割玉米青飼料中莖葉部份消化性的研究中指出莖稈中可消化性乾物率的 GCA，SCA，GCA×環境，SCA×環境等均達顯著，其中以 GCA 效應較爲重要，可經由育種選拔方法來改良。

本試驗利用四個馬齒種與四個硬粒種之半互交28個 F_1 爲材料，其目的即在探討不同期作下不同型間組合之青割產量及品質性狀組合力的表現，以便作爲育種選拔模式採用之參考。

材料與方法

一、材料及栽培方法

本試驗使用8個自交系，其代號、名稱、系譜、起源、粒型及特性等項目，詳列如表1：

上述四個馬齒種及四個硬粒種之半互交的28個 F_1，分別在1987年秋作（9月5日）及1988年春作（3月3日）及裡作（11月11日），播種在農試所試驗田。田間試驗採逢機完全區集設計，四區集。小區行長5公尺，行株距70×25公分，三行區。肥料分基肥及追肥兩次施用。基肥以臺肥39號複合肥料（N：P_2O_5：K_2O＝12：18：12），每公頃施500kg，於播種前施入土內。追肥以硫酸錏（N＝21%）於齊膝期培土時施用，每公頃施450kg。每穴兩粒播，然後間拔僅留一株，田間管理包括除草、中耕、培土及灌溉等項，均依照一般玉米栽培法進行。

表1.參試自交系之背景資料

Table 1. Inbred lines used as the experiment.

Code	Inbred	Pedigree	Origin	Kernel form
A	Hi25	(B14A×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
B	Hi31	(B68×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
C	Hi33	(Mo17×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
D	Hi26	(CI21E×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
E	Antigua-2D	Antigua	Caribbean	Flint
F	SW 654	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint
G	Pi-362	Pioneer 6875 derivative	Pioneer international Co. LTD.	Flint
H	TA80-2598-44	(TA80-2598×Suwan-1) BC_3	TARI, Taiwan	Flint

二、青割適期分別於春作吐絲後21天（day after silking），秋作及裡作吐絲後50天[6]進行取樣，青割產量及品質各性狀之調查項目：

整株鮮重（fresh weight），整株乾重（total dry weight），整株乾物率（whole-plant

dry matter content)，果穗百分比 (ear percentage)，總營養消化率 (TDN%-total digestable nutrient percentage)，其調查方法及氣象資料詳列於前篇報告[8]。

三、分析方法

試驗結果，先進行變方分析及平均値顯著性比較，再以 Griffing氏[12]方法四 (只28有個 F_1，不包括親本)，進行全互交分析，以估算各項性狀的一般 (GCA) 與特定組合力 (SCA)。

結　　果

一、性狀平均値之差異

三期作的28個半互交 F_1 之青割產量與品質性狀經平均値顯著性比較之結果，顯示所調查性狀在 F_1 雜種間、粒型組合間及期作間均有差異。整株鮮重爲春作＞裡作＞秋作，整株乾物重爲春作＞秋作≒裡作，整株乾物率則爲裡作＞秋作＞春作，果穗百分比及 TDN 則呈現秋作與裡作明顯的大於春作，但秋作與裡作間並無顯著差異。粒型組合間的表現，整株鮮重及乾物重爲硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型，整株乾物率在粒型組合間並無顯著差異。果穗百分比爲異粒型≒馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型，TDN 則爲異粒型＞馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型。由於期作與粒型組合間之交感作用除整株乾物率外，其餘性狀均達顯著水準，可看出不同粒型組合間在期作間的表現有所不同，整株乾物重的表現，春作及裡作爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，而秋作爲硬粒種同粒型＞異粒型＞馬齒種同粒型 (表 2)。

表2. 不同期作下三種粒型組合五項性狀之平均値

Table 2. Means of five traits for different kernel types at three crop seasons.

Crop season	Combination	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Spring	Dent×Dent	17.6	4.56	25.90	33.78	67.22
	Dent×Flint	20.4	5.43	26.22	25.85	65.06
	Flint×Flint	20.7	5.54	26.75	31.24	66.50
	$LSD_{0.05}$	3.2	1.17	3.26	5.07	1.37
Fall	Dent×Dent	10.7	2.99	28.24	42.64	69.64
	Dent×Flint	16.2	4.75	29.01	38.01	68.81
	Flint×Flint	14.1	4.11	29.23	44.74	70.24
	$LSD_{0.05}$	2.2	0.64	3.92	6.23	1.57
Winter	Dent×Dent	12.8	3.95	31.17	41.88	69.41
	Dent×Flint	14.3	4.37	30.20	44.42	70.07
	Flint×Flint	14.4	4.66	32.81	45.54	70.39
	$LSD_{0.05}$	2.0	0.69	3.63	6.06	1.65

二、組合力之分析

(一)春　作

春作28個 F_1 之青割產量及品質性狀組合力分析之均方値，列如表3。由表3可看出，除整株乾物率外，其餘各性狀之一般組合力效應均達顯著差異。而整株鮮重、整株乾重、果穗百分比及 TDN 等性狀之特定組合力均達顯著差異。

由 GCA/SCA 均方比値比較，發現整株乾物率比値小於1，表示此性狀大部份由非累加性基因控制。其餘各性狀均大於1，特別是果穗百分比爲9.26，TDN 爲9.41，表示上述性狀

大部份由累加性基因所控制。

表3. 二十八個 F_1 雜交種在不同期作下五項性狀組合力分析之均方值（1987—1988）
Table 3. Mean squares of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, 1987—1988.

Crop season	Source	df	Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage	TDN
Spring	G.C.A.	7	6.33**	391.2**	2.00	92.98**	6.81**
	S.C.A.	20	3.39**	341.2*	2.09	10.03**	0.72**
	Error	81	1.35	175.0	1.34	3.25	0.23
	GCA/SCA		1.86	1.14	0.95	9.26	9.41
Fall	G.C.A.	7	16.60**	1,627.2**	6.70**	12.42*	0.76
	S.C.A.	20	2.16**	117.2**	4.81**	15.94**	1.31**
	Error	81	0.61	52.8	1.94	4.91	0.39
	GCA/SCA		7.66	13.87	1.39	0.77	0.58
Winter	G.C.A.	7	16.02**	500.1**	19.58*	53.92**	3.82**
	S.C.A.	20	1.50**	220.0**	3.35	5.97	0.43
	Error	81	0.55	60.7	1.67	4.65	0.34
	GCA/SCA		10.68	2.27	5.83	9.02	8.71

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.

(二)秋　作

秋作28個半互交 F_1 雜種之青割產量（吐絲後50天）及品質性狀組合力分析之均方值，列如表3。由表可看出所調查的性狀中，除 TDN 外，其餘性狀的一般組合力效應，均達顯著差異，表示8個自交系間的一般組合力具有顯著差異；而整株鮮重、整株乾重、整株乾物率、果穗百分比及 TDN 等性狀之特定組合力均達極顯著差異，表示28個 F_1 雜種間亦有差異。

由 GCA/SCA 比值比較，顯示除果穗百分比及 TDN 小於1外，其餘性狀比值均大於1，特別是整株鮮重爲7.66，整株乾重爲13.87，表示整株鮮重及整株乾重、整株乾物率等性狀大部份由累加性基因所控制。

(三)裡　作

裡作28個半互交 F_1 雜種之青割產量及品質性狀組合力分析之均方值，列於表3。結果顯示，所有性狀的一般組合力效應均達極顯著差異。特定組合力效應僅整株鮮重、整株乾重及整株乾物率等達極顯著差異，其餘性狀均未達顯著水準。由 GCA/SCA 均方比值，顯示所有的性狀均大於1，表示在裡作環境下青割產量及品質性狀由累加性均方所佔的比例較大。

(四)期作間 GCA/SCA 比值之比較

期作間青割產量及品質性狀之 GCA/SCA 比值，詳如表3。整株鮮重爲裡作（10.68）＞秋作（7.66）＞春作（1.86）。而整株乾重則爲秋作＞裡作＞春作。整株乾物率爲裡作＞秋作與春作。果穗百分比及 TDN 均爲春作＞裡作＞秋作。

三、不同粒型一般組合力效應之差異

8個親本自交系半互交分析之青割產量與品質性狀之一般組合力效應，列如表 4 。

表4. 八個自交系在不同期作下五項性狀之一般組合力效應估值 (1987—1988)

Table 4. Estimates of general combining ability effects for five traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Crop season	Kernel form	Parental inbred	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Spring	Dent	A	−1.775	−0.359	0.689	6.548	1.756
		B	0.708	−0.086	−1.174	−0.275	−0.058
		C	−0.796	−0.189	0.176	3.878	1.053
		D	−0.921	−0.238	0.000	−2.210	−0.592
		$\bar{X}$	−0.696	−0.218	−0.102	1.985	0.540
	Flint	E	0.663	0.315	0.543	−2.870	−0.801
		F	1.167	0.307	0.013	−2.932	−0.769
		G	0.500	0.092	−0.379	−4.708	−1.294
		H	0.454	0.158	0.130	2.570	0.705
		$\bar{X}$	0.696	0.218	0.102	−1.985	−0.540
	S.E.	(gi-gj)	0.673	0.241	0.670	1.042	2.281
Fall	Dent	A	−1.801	−0.508	0.398	−0.090	0.116
		B	−0.443	−0.232	−0.894	0.137	−0.007
		C	−1.755	−0.645	−0.956	2.532	0.659
		D	−1.505	−0.380	0.624	0.390	0.065
		$\bar{X}$	−1.376	−0.441	−0.207	0.742	0.208
	Flint	E	0.357	0.269	1.106	0.817	0.166
		F	2.587	0.621	−1.287	−2.544	−0.565
		G	1.778	0.740	1.546	−0.643	−0.230
		H	0.782	0.135	−0.537	−0.598	−0.203
		$\bar{X}$	1.376	0.441	0.207	−0.742	−0.208
	S.E.	(gi-gj)	0.454	0.132	0.805	1.281	0.362
Winter	Dent	A	−1.231	−0.228	1.026	−0.845	−0.215
		B	2.790	0.351	−3.443	−4.525	−1.198
		C	−1.390	−0.153	2.219	3.359	0.893
		D	−1.690	−0.384	1.170	−0.479	−0.142
		$\bar{X}$	−0.380	−0.103	0.243	−0.623	−0.166
	Flint	E	−0.102	−0.092	−0.394	−1.715	−0.460
		F	2.065	0.462	−1.667	−0.228	−0.424
		G	0.127	0.104	0.293	−0.732	−0.216
		H	−0.569	−0.058	0.796	5.165	1.380
		$\bar{X}$	0.380	0.103	−0.243	0.623	0.166
	S.E.	(gi-gj)	0.430	0.142	0.746	1.245	0.340

(一)春 作

由表可看出馬齒種自交系之平均值，在整株鮮重、整株乾重及整株乾物率等性狀爲負效應；而果穗百分比及 TDN 等性狀呈現正效應。硬粒種自交系之結果則呈相反趨勢。

(二)秋 作

在秋作的栽培環境下，馬齒種自交系平均而言，在整株鮮重、整株乾重及整株乾物率爲負的一般組合力效應，而果穗百分比及 TDN 則爲正效應。硬粒種自交系的表現則呈現相反趨勢。

(三)裡 作

馬齒種自交系平均而言，除整株乾物率爲正效應外，其他如整株鮮重、整株乾重、果穗百分比及 TDN 等性狀的一般組合力效應則爲負效應。

在裡作環境下，硬粒種自交系平均而言，對青割產量、果穗百分比及 TDN 等具有正的一般組合力效應存在。

(四)期作間一般組合力效應之差異

不同粒型自交系的青割產量及品質性狀之一般組合力效應之平均值，在不同期作之表現趨勢如圖1所示。由圖1可以看出各性狀之一般組合力效應，隨著期作的不同，其反應型式不盡相同。

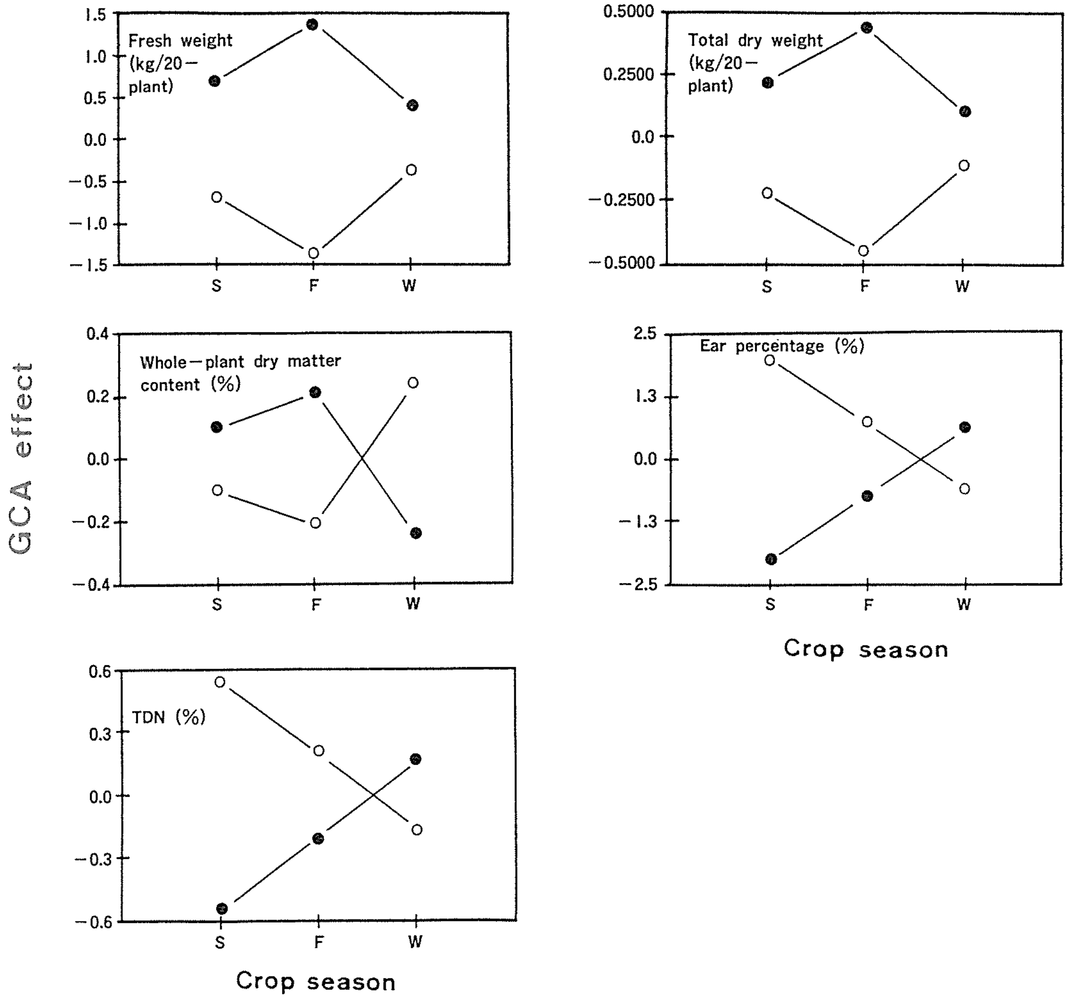


圖 1． 期作對玉米五項性狀一般組合力效應之影響
●：硬粒種，○：馬齒種
S：春作，F：秋作，W：裡作

Fig. 1. The effects of crop seasons on GCA effect of five traits in maize.
Note：●——●：Flint, ○——○：Dent
S：Spring, F：Fall, W：Winter

整株鮮重及整株乾重：Dent 爲負效應，Flint 表現正效應，期作間反應爲秋作＞春作＞裡作。

整株乾物率：Dent 在春作及秋作爲負效應，裡作爲正效應；Flint 春作及秋作爲正效應，裡作爲負效應。

果穗百分比及 TDN：Dent 在春作及秋作爲正效應，裡作則變成負效應；Flint 呈相反趨勢。期作間的表現爲春作＞秋作＞裡作。

綜合上面可明顯看出 GCA 的表現，隨期作環境的變異而有不同的表現程度。

四、不同粒型組合間特定組合力效應之差異

將28個 F_1 雜種青割產量及品質性狀之特定組合力效應，依硬粒種及馬齒種兩種子粒型之各種組合方式，區分爲：(1)馬齒種同粒型、(2)硬粒種同粒型及(3)異粒型組合等三組。由各組之平均值進行比較，各期作分述如下：

㈠春　作

春作的表現由表5可以看出，馬齒種同粒型組合與硬粒種同粒型組合在所有性狀均呈現負的效應；而異粒型組合，在所有的性狀均呈現正的效應。

表 5. 春作 (1988) 二十八個 F_1雜交種五項性狀特殊組合力效應估值

Table 5. Estimates of specific combining ability effects for five traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, spring of 1988.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Dent×Dent	A×B	−2.24	−0.473	0.27	−8.41	−2.26
	A×C	−0.96	−0.173	0.48	2.91	0.78
	A×D	−0.36	−0.575	−2.45	3.19	0.77
	B×C	2.05	0.501	−0.23	−0.29	−0.10
	B×D	−2.17	−0.406	0.66	−1.55	−0.42
	C×D	−2.06	−0.750	−1.13	−0.89	−0.24
	$\bar{X}$	−1.64	−0.312	−0.40	−0.84	−0.24
Flint×Flint	E×F	−0.99	−0.476	−0.72	−1.53	−0.38
	E×G	−2.42	−0.895	−2.10	−0.77	−0.41
	E×H	−0.82	−0.131	0.64	1.00	0.29
	F×G	−0.35	0.110	0.55	−2.47	−0.63
	F×H	−3.35	−0.740	0.00	−2.71	−0.74
	G×H	2.18	0.355	−0.77	1.43	0.41
	$\bar{X}$	−1.64	−0.312	−0.40	−0.84	−0.24
Dent×Flint	A×E	2.00	0.342	−0.68	1.44	0.43
	A×F	1.84	0.520	0.15	0.13	0.03
	A×G	−1.61	−0.182	1.44	0.92	0.29
	A×H	1.33	0.541	0.78	−0.19	−0.05
	B×E	0.34	0.160	0.46	4.56	1.25
	B×F	0.46	−0.296	−1.81	2.06	0.54
	B×G	2.00	0.772	1.31	1.53	0.44
	B×H	−0.44	−0.259	−0.66	2.10	0.54
	C×E	0.62	0.779	3.02	−0.47	−0.09
	C×F	1.24	0.488	0.74	3.88	1.02
	C×G	−1.09	−0.545	−1.31	−1.50	−0.37
	C×H	0.20	−0.300	−1.56	−3.62	−0.99
	D×E	1.27	0.221	−0.62	−4.22	−1.08
	D×F	1.14	0.493	1.08	0.64	0.16
	D×G	1.28	0.484	0.87	0.85	0.27
	D×H	0.90	0.534	1.58	1.98	0.53
	$\bar{X}$	0.72	0.253	0.34	0.63	0.18
S.E. (Sij-Sik)		1.50	0.540	1.50	2.32	0.62
S.E. (Sij-Skl)		1.34	0.483	1.34	2.08	0.56

(二)秋　　作

秋作28個 F_1 雜種青割產量及品質性狀之特定組合力效應，列如表6。由各組之平均值可看出，馬齒種同粒型與硬粒種同粒型兩組合的整株鮮重、整株乾重、整株乾物率、果穗百分比及 TDN 等性狀之特定組合力為負效應。異粒型的特定組合力效應，各項性狀均為正的效應，表示異粒型間組合，大部份性狀一般具有正的特定組合力效應。

表6. 秋作（1987）二十八個 F_1雜交種五項性狀特殊組合力效應估值

Table 6. Estimates of specific combining ability effects for five traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, fall of 1987.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
	A×B	−3.28	−0.776	1.60	−7.89	−2.25
	A×C	1.17	−0.044	−3.38	0.69	0.15
	A×D	0.35	0.101	−0.09	−3.43	−1.05
Dent×Dent	B×C	1.31	0.216	−1.30	−1.21	−0.29
	B×D	−0.85	−0.374	−1.53	−3.89	−0.99
	C×D	−0.84	0.053	2.52	3.46	0.95
	$\bar{X}$	−0.35	−0.137	−0.36	−2.04	−0.58
	E×F	−2.42	−0.566	−0.38	0.78	0.10
	E×G	2.36	0.151	−3.53	−4.78	−1.30
	E×H	0.83	−0.061	−1.83	−1.40	−0.31
Flint×Flint	F×G	−1.31	0.093	3.19	−4.30	−1.24
	F×H	0.25	0.179	1.13	−4.34	−1.27
	G×H	−1.84	−0.620	−0.75	1.76	0.53
	$\bar{X}$	−0.35	−0.137	−0.36	−2.04	−0.58
	A×E	−0.01	−0.018	0.01	0.34	−0.01
	A×F	0.96	0.223	−0.07	4.81	1.94
	A×G	0.84	0.077	−1.17	−0.11	−0.15
	A×H	−0.03	0.437	3.10	5.60	1.37
	B×E	0.13	0.221	1.50	1.28	0.40
	B×F	2.30	0.286	−2.55	3.07	0.71
	B×G	0.26	0.171	0.64	7.87	2.17
	B×H	0.13	0.254	1.63	0.76	0.24
Dent×Flint	C×E	−0.60	0.003	1.46	1.22	0.36
	C×F	−1.03	−0.363	−0.14	−2.22	−0.73
	C×G	−0.37	0.088	1.44	−0.22	−0.03
	C×H	0.36	0.045	−0.61	−1.64	−0.41
	D×E	−0.28	0.269	2.76	2.54	0.74
	D×F	1.26	0.147	−1.16	2.20	0.47
	D×G	0.07	0.037	0.18	−0.14	0.02
	D×H	0.29	−0.234	−2.68	−0.73	−0.14
	$\bar{X}$	0.26	0.103	0.24	1.54	0.43
S.E. (Sij-Sik)		1.01	0.296	1.80	2.86	0.80
S.E. (Sij-Skl)		0.90	0.265	1.61	2.56	0.72

(三)裡　作

裡作28個 F_1 雜種青割產量及品質性狀之特定組合力效應估值，列如表 7 。由各組之平均值可看出，馬齒種同粒型與硬粒種同粒型組合，所有的性狀其特定組合力效應均爲負效應；而異粒型組合，所有的性狀均呈現正的特定組合力效應，表示異粒型組合下，在裡作環境下，各項青割產量及品質性狀均有增加的效應存在。

表 7. 裡作 (1988) 二十八個 F_1雜交種五項性狀特殊組合力效應估值

Table 7. Estimates of specific combining ability effects for five traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, winter of 1988.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
	A×B	−3.80	−1.220	−1.17	−4.31	−1.16
	A×C	0.22	−0.130	−1.38	−0.53	−0.24
	A×D	−0.34	−0.411	−1.81	−1.34	−0.34
Dent×Dent	B×C	1.01	−0.040	−1.58	−1.22	−0.32
	B×D	0.40	0.138	−0.40	−0.18	−0.03
	C×D	0.43	−0.040	−0.91	−0.50	−0.10
	$\bar{X}$	−0.46	−0.284	−1.21	−1.35	−0.37
	E×F	0.06	−0.191	−0.94	−3.14	−0.95
	E×G	0.25	−0.555	−4.61	−0.57	−0.19
	E×H	−0.69	−0.273	−0.70	0.51	0.15
Flint×Flint	F×G	−1.08	0.055	0.98	−0.84	−0.21
	F×H	−0.44	−0.513	−2.37	−2.73	−0.70
	G×H	−0.90	−0.226	0.37	−1.32	−0.31
	$\bar{X}$	−0.46	−0.284	−1.21	−1.35	−0.37
	A×E	1.01	0.567	1.94	1.76	0.56
	A×F	1.09	0.413	0.56	1.45	0.37
	A×G	0.33	0.147	0.56	2.62	0.72
	A×H	1.48	0.633	1.30	0.33	0.09
	B×E	0.51	0.266	0.77	−2.15	−0.58
	B×F	−0.12	−0.012	1.32	4.19	1.10
	B×G	2.08	0.468	−0.24	0.33	0.10
	B×H	0.48	0.399	1.31	3.35	0.90
Dent×Flint	C×E	−0.15	0.332	2.87	1.79	0.49
	C×F	0.60	0.372	0.98	2.14	0.57
	C×G	−0.88	−0.271	0.25	−2.86	−0.73
	C×H	−0.48	−0.222	−0.23	1.20	0.33
	D×E	−1.00	−0.146	0.66	1.80	0.51
	D×F	−0.11	−0.123	−0.52	−1.06	−0.18
	D×G	0.19	0.382	2.68	2.64	0.62
	D×H	0.56	0.201	0.31	−1.35	−0.46
	$\bar{X}$	0.35	0.213	0.91	1.01	0.28
S.E. (Sij-Sik)		0.96	0.318	1.66	2.78	0.76
S.E. (Sij-Skl)		0.86	0.284	1.49	2.49	0.68

㈣期作間特定組合力效應之比較

期作間不同粒型組合的青割產量及品質性狀之特定組合力效應，示如圖 2 。由圖可看出各性狀在期作間的反應趨勢並不一致，顯示馬齒種同粒型與硬粒種同粒型的反應趨勢相同，而與異粒型進行比較，分述如下：

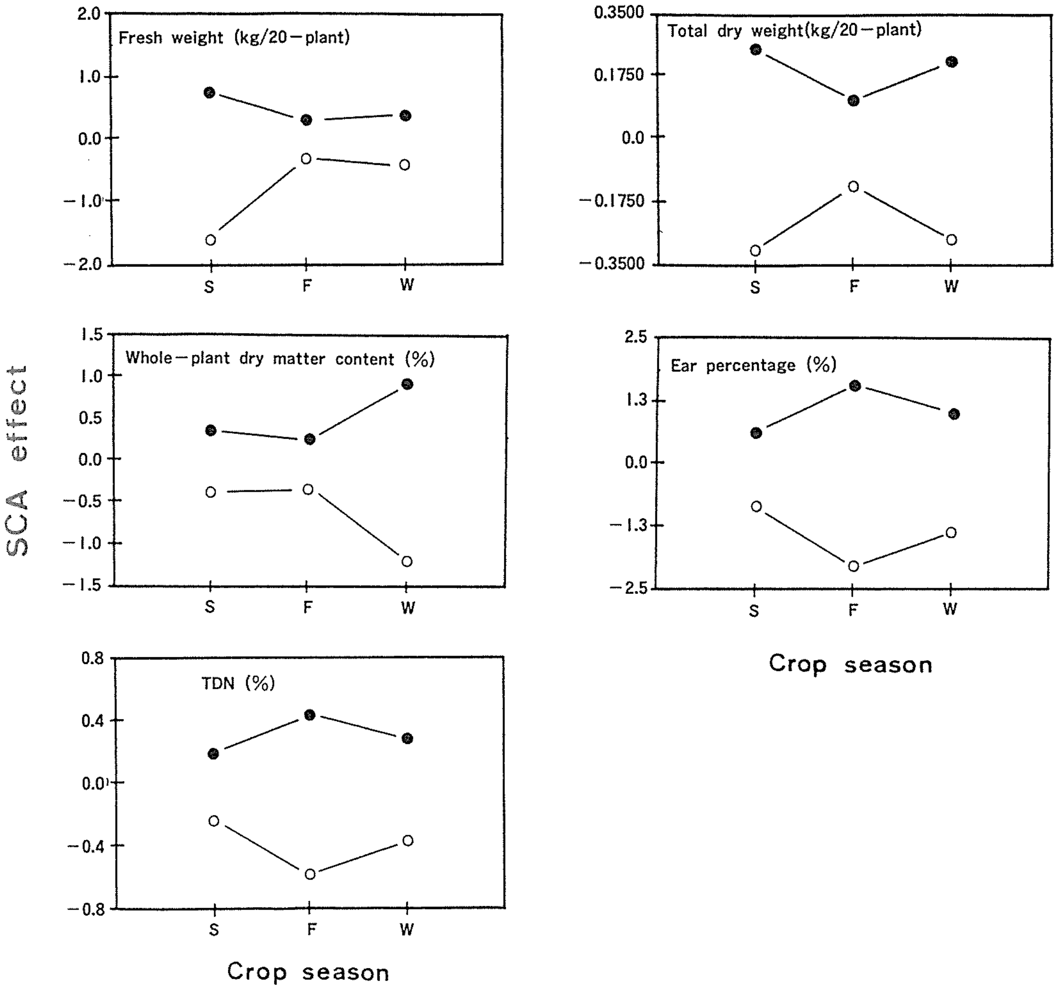


圖 2. 期作對玉米五項性狀特殊組合力效應之影響
●：硬粒種，○：馬齒種
S：春作，F：秋作，W：裡作

Fig. 2. The effects of crop seasons on SCA effect of five traits in maize.
Note：●——●：DF, ○——○：DD (FF)
S：Spring, F：Fall, W：Winter

整株鮮重：同粒型均呈現負效應，異粒型為正效應，期作間的趨勢為春作>裡作與秋作。

整株乾重：同粒型均為負效應，異粒型為正效應，期作間的反應趨勢為春作>裡作>秋作。

整株乾物率：同粒型均為負效應，異粒型為正效應，期作間的反應趨勢為裡作>春作>

秋作。

果穗百分比：同粒型均爲負效應，異粒型爲正效應，期作間的趨勢爲秋作＞裡作＞春作。

TDN：同粒型均爲負效應，異粒型爲正效應，期作間的表現爲秋作＞裡作＞春作。

討　論

本研究結果顯示所調查的青割產量及品質性狀在期作間、粒型組合間及期作×粒型組合間之交感作用均達顯著差異。由於三期作之栽培環境差異頗大，致使玉米的生長受到顯著的影響[3,7]，三期作青割玉米整株乾物重比較之結果，顯示糊熟期整株乾物重爲春作＞裡作＞秋作，而期作間 GCA/SCA比值，也呈現秋作（13.87）＞裡作（2.27）＞春作（1.14）之趨勢，雖然 GCA 效應的表現強度爲秋作＞春作及裡作，而 SCA 效應強度的表現則爲春作＞裡作＞秋作。Sorrells *et al.*[20]進行複穗產量指數（NEWI，multiple-ear-weight index）的遺傳分析，發現 NEWI 大小因環境不同而有差異，而其差異與 GCA/SCA 比值有密切關係。本試驗顯示由於非累加性基因的均方比值的大小及強度表現均呈現春作＞裡作＞秋作，致使糊熟期整株乾物重的表現爲春作＞裡作＞秋作。

由試驗觀察，發現馬齒種同粒型之營養生長較差，株高、葉面積、稈莖等均較小；硬粒種同粒型具有營養生長旺盛，葉片大，株高及莖稈均大，異粒型組合兼具有馬齒種及硬粒種的長處，表現出營養生長旺盛，葉片、株高及莖稈均大等特性。故青割整株乾物重呈現硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型之趨勢。

雖然青割玉米的選育以硬粒種同粒型及異粒型組合較爲有利，但由於粒型組合與期間有明顯的交感作用存在，故應分別選育適合於不同期作之品種較有利。春作的整株乾物重爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，顯然以異粒型的表現最佳。經分群後之 GCA及SCA 均方之劃分結果，由各群內之 GCA 及 SCA 均方可看出，馬齒種同粒型內的 GCA/SCA 比值爲2.05，且其 GCA、SCA均爲負效應；硬粒種同粒型內 GCA 爲正效應，SCA 爲負效應，同時顯示以 SCA 均方佔較大比例；異粒型組合的馬齒種之 GCA 爲負效應，硬粒種之 GCA 爲正效應，SCA 爲正效應，總合其效應顯示基因型效應爲異粒型＞硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，推測在春作環境下，可能較有利於 SCA 基因強度的表現，故使異粒型的青割整株乾物重爲最大，硬粒種同粒型次之，馬齒種同粒型爲最小。

秋作吐絲後50天的樣品之整株乾物重在粒型組合間的大小爲硬粒種同粒型＞異粒型＞馬齒種同粒型。由各分群之 GCA/SCA 比值，知控制著整株乾物重的基因表現在異粒型內以 GCA 佔較大比例，馬齒種同粒型及硬粒種同粒型則以 SCA 佔較大比例，再由 GCA 效應比較，發現馬齒種自交系爲負效應；硬粒種自交系則大部份爲正效應，顯示硬粒種具有較優良的植株性狀。另由特定組合力比較，發現兩種同粒型其他性狀與整株乾物重則爲負效應；異粒型組合之整株乾物重及其他性狀大多爲正效應。可知硬粒種同粒型之遺傳組成以非累加性基因佔較大比例，異粒型組合其馬齒種及硬粒種之 GCA 效應互相抵消，同時 SCA 僅佔較小比例，而秋作非累加性基因之表現強度較弱，致使基因型效應的表現呈現硬粒種同粒型＞異粒型＞馬齒種同粒型，故在秋作環境下有利於硬粒種同粒型的生長，使營養生長旺盛形成較大比例的莖葉生長量，造成其整株鮮重及乾物重均最大。

裡作環境下，吐絲後50天整株乾物重的表現趨勢與春作相類似，均爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型。由各分群 GCA 及 SCA 之表現，發現馬齒種自交系之 GCA 爲負效應，硬粒種的 GCA 則爲正效應；雜交種之同粒型組合的 SCA 爲負效應，異粒型則爲正效應，推測可能因三種粒型組合之遺傳基因的表現均以 GCA 變方佔大部份，GCA 效應之表現強度爲三期作中最弱，加上裡 SCA 效應之表現較強，綜合結果造成基因型的表現爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型。同時裡作環境下，異粒型之整株鮮重，果穗百分比及 TDN 均較大，顯示異粒型不但青割乾物重高且品

質性狀也較其他粒型組合佳。

引用文獻

1. 王強生、王碧玉、劉大江。1988。玉米對溫度與光週期之生長反應。中華農業研究 37 (4) ：379—388。
2. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種自交系雜種優勢及組合力之全互交分析。中華農業研究 35 (2) ：145—164。
3. 洪梅珠、涂勳、曾富生。1984。玉米產量形成過程在春秋期作之變異。中華農學會報 新125：61—70。
4. 范明仁。1987。玉蜀黍光合成物質生產與分配。國立臺灣大學農藝研究所博士論文。
5. 莊周瑞。1989。玉米硬粒型與馬齒型種源雜交種遺傳及生育特性之研究。國立中興大學糧食作物研究所博士論文。
6. 許福星、洪國源、李國貞、徐阿里。1987。青割玉米不同成熟期青割產量及營養成分變化。中華農學會報 新139：44—55。
7. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
8. 謝光照、曾富生。1993。期作對玉米硬粒種與馬齒種組合青割產量及品質性狀之影響。Ⅰ.青割產量及品質在期作與不同粒型組合之變異。中華農業研究 42(3)：217—231。
9. Deinum, B., and P. C. Struik. 1989. Genetic variation in digestibility of forage maize (*Zea mays* L.) and its estimation by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) . An analysis. Euphytica 42：89—98.
10. Dhillon, B. S., Chr. Paul, E. Zimmer, P. A. Gurrath, D. Klein, and W. G. Pollmer. 1990. Variation and covariation in stover digestibility traits in diallel crosses of maize. Crop Sci. 30：931—936.
11. Geadelman. J. L., and R. H. Peterson. 1978. Effects of two yield component selection procedures on maize. Crop Sci. 18：387—390.
12. Griffing. B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9：463—493.
13. Hunter, R. B. 1978. Selection and evaluation procedures for whole-plant silage. Can. J. Plant Sci. 58：661—678.
14. Hunter, R. B., M. Tollenaar, and C. M. Breuer. 1977. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea mays* L.) hybrid. Can. J. Plant Sci.57：1127—1134.
15. Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986. Handbook for field experiment. The Company, Tokyo.
16. Kang, M. S., and D. P. Gorman. 1989. Genotype×environment interaction in maize. Agron. J. 81：662—664.
17. Pollmer, W. G., D. Eberhard, and D. Klein. 1978. Inheritance of protein and yield of grain and stover in maize. Crop Sci. 18：757—759.
18. Pollmer, W. G., D. Klein, and B. S. Dhillon. 1979. Differences in reciprocal crosses of maize inbred lines diverse for protein content. Euphytica 28：325—328.
19. Roth, L. S., G. C. Marten, W. A. Compton, and D. D. Stuthman. 1970. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. Crop Sci.10：365—367.
20. Sorrells, M. E., H. Lonnquist, and R. E. Harris. 1979. Inheritance of prolificacy in maize. Crop Sci.19：301—306.
21. Wilkinson, J. M. 1979. The development of plant components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize. 2. The effect of genotype, plant density and date of harvest on the composition of maize silage. J. Agric. Sci. Camb. 92：485—491.

Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize II. Crop Seasons on Combining Ability Expression of Kernel Type[1]

Guang-Jauh Shieh[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

A diallel set of four flint and four dent inbred lines of maize was evaluated in spring, fall and winter crop seasons for silage yield potential in Taiwan. The results were summarized as follows :

The crop season and combination type were significant over the three crop seasons for most traits. Crosses were grouped into flint×flint, dent×flint and dent×dent for analysis. Average dry weight of total silage produced in the flint×flint and dent×flint combination were always heavier than of dent×dent groups in spring and winter crop seasons. However, the silage yield in the fall crop season in decending order was flint×flint, dent×flint and dent×dent crosses.

The mean squares of combining ability analysis are significant at general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) for most traits in spite of spring, fall and winter crop seasons. Additive variance (GCA) were larger than non-additive variance (SCA) for all traits. It suggets that inheritance of all traits was predominantly additive in maize. The ratio of GCA/SCA variance might be affected by planting seasons. The comparison of GCA effects in dent and flint inbred lines showed that flints were positive effects, and dent inbreds were negative effects in most traits. In the F_1 hybrids, dent×dent and flint×flint crosses had similiar SCA effects of response trend. SCA effect were predominantly positive in dent×flint crosses and negative in dent×dent and flint×flint crosses for most traits in all crop seasons. The response trend of GCA and SCA effects were also affected by planting seasons. The response pattern of GCA and SCA effects were different for single characters.

Key words : Kernel type, Dent, Flint, Half-diallel, General combining ability, Specific combining ability.

---

1. Contribution No. 1673 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung-Hsien, Taiwan 413, ROC.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing Univessity, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(3):245~252 (1993)

三島柴胡臺農1號之組織培養[1]

許家言　劉新裕　蔡新聲[2]

摘要：本研究之目的在探討三島柴胡臺農1號經由組織培養技術進行大量繁殖的可行性。試驗結果顯示，利用頂芽之繁殖效果較腋芽爲優。以1/4量之 Murashige and Skoog (1962) 基本鹽類培養基配合 1~2 mg/l Benzyladenine (BA)、0.1 mg/l α-Naphthaleneacetic acid (NAA)、1% sucrose 及0.9%之 Difco-agar (pH 5.7)，可促進由頂芽誘生之幼苗體在試管中生長，且有100%之成活率。於培養基中另添加 proline、tryptophan、glutamine 及 asparagine 等氨基酸或椰子汁，不但能促進幼苗體之生長，且能減低幼苗之褐化率。液體培養基之頂芽繁殖率高於固體培養基，添加 1 mg/l BA 之液體培養基在震盪條件下培養頂芽一個月，可有13倍之繁殖效果。

關鍵詞：三島柴胡臺農1號、組織培養、繁殖。

柴胡爲繖形科 (*Umbelliferae*) 柴胡屬 (*Bupleurum* L.) 之多年生植物，自古以來即爲最被重視之常用生藥，『神農本草經』列爲上品，『傷寒論』列爲少陽病之主藥，供解熱、解毒、消炎、鎮靜用，尤其具有改善肝細胞機能之功效[1,2,3,7]。柴胡屬植物約有100種以上，分佈於北半球，國內目前最常用之柴胡品種有北柴胡 (*B. chinense* DC.)、三島柴胡 (*B. falcatum* L.)、三島柴胡臺農1號 (*B. falcatum* L. cv. Tainung No. 1) 及高氏柴胡 (*B. kaoi* Liu, Chao, & Chang) 四種，品質方面則以後三種較佳[6,18]。

三島柴胡臺農1號爲新興之藥用及保健用經濟作物，具有產量穩定、品質優良及適應力強之優點。其種子千粒重爲1.23~1.68 g，一般發芽率只20~45%[5]。爲期順利進行臺農1號之育苗及栽培生產，篩選新鮮且較大粒種子，並進行4°C之低溫層育處理，將可提高種子之發芽率至69%[4]。此外，新鮮種子活力之維持頗爲不易，因此利用組織培養技術，開發由植株之組織或器官大量繁殖之方法[8,10]，誠屬必要。

本研究之目的在探討三島柴胡臺農1號利用組織培養繁殖之最適當部位，與培養基中較佳之無機鹽類、植物生長調節劑、蔗糖及其他有機添加物之濃度，期建立三島柴胡臺農1號之大量繁殖技術，所得結果將可提供柴胡之育苗與生產利用時之參考。

材料與方法

一、材　料：

三島柴胡臺農1號 (*Bupleurum falcatum* L. cv. Tainung No. 1) 之頂芽及腋芽。

二、方　法：

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1674 號。
2. 本所農藝系助理研究員、研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

自本所試驗田栽培之三島柴胡臺農1號植株剪下5～6 cm 幼梢，先以0.5%次氯酸鈉（NaOCl）消毒10分鐘，再以無菌水清洗三次後，切取3 mm 長度之頂芽及腋芽進行培養。基本培養基之配方以 Murashige & Skoog (1962) [12]無機鹽類及有機成分爲主，並添加 1 mg/l BA，0.1 mg/l NAA，10% coconut milk，3% sucrose 0.9% Difco-agar（pH 5.7）。培養一個月後分別調查頂芽及腋芽之成活率及褐化情形。綜述本試驗處理之項目及方法如下：

(一)培殖體部位：利用上述基本培養基配方，比較柴胡頂芽及腋芽之成活率。

(二)無機鹽類濃度：探討基本培養基中四組無機鹽類及有機成分濃度對頂芽培養之影響：

1. 全量之無機鹽類及全量之有機成分（代號 B_1）
2. 1/2量之無機鹽類及全量之有機成分（代號 B_2）
3. 1/2量之無機鹽類及1/2量之有機成分（代號 B_3）
4. 1/4量之無機鹽類及全量有機成分（代號 B_4）

(三)BA 濃度：探討基本培養基中三種 BA 濃度（1、2及3 mg/l）之效果。

(四)NAA 濃度：探討基本培養基中三種 NAA 濃度（0.1、0.2及0.4 mg/l）之效果。

(五)Sucrose 濃度：探討基本培養基中四種 sucrose 濃度（1、3、5及7%）之效果。

(六)其他添加物質：於基本培養基中加入下列七組添加物質，探討對頂芽培養之影響：

1. 0.5 mg/l ABA+0.5 mg/l kinetin
2. 500 mg/l casein hydrolysate
3. 2 g/l activated charcoal
4. 10% cocout milk
5. 100 mg/l proline+100 mg/l tryptophan
6. 100 mg/l asparagine+100 mg/l glutamine
7. 不添加組（CK）

(七)pH 值：探討基本培養基中三種 pH（4.7、5.7與6.7）之效果。

(八)培養基態：利用不同 BA 濃度，配合固態或液態培養基，探討對三島柴胡臺農1號芽數增生之影響。基本培養基之配方爲1/4 MS 無機鹽類、全量有機成分、1% sucrose、0.1 mg/l NAA 及10% coconut milk，並配合下列五種處理：

1. 含有1 mg/l BA 及0.9% Difco-agar 之固態培養基。
2. 含有0.5 mg/l BA 之液態培養基。
3. 含有1 mg/l BA 之液態培養基。
4. 含有2 mg/l BA 之液態培養基。
5. 含有4 mg/l BA 之液態培養基。

其中2—5之液體培養條件爲100 rpm 往復式平面振盪培養。

結　　果

一、不同部位培殖體之繁殖效果：

利用基本培養基培養頂芽及腋芽一個月後，頂芽之成活率爲75%，腋芽僅34.6%，差異顯著；而形成 callus 的比率則以腋芽之42.3%顯著較頂芽之25%爲高（表1）。一般而言，在大量繁殖的過程中，callus 的產生較不利於芽體的生長與繁殖，故以上述成活率與形成 callus 之結果推論，利用頂芽作培殖體應較腋芽有利。

表 1. 不同部位培殖體對三島柴胡臺農1號芽體培養之影響

Table 1. Effect of bud positions from field grown plant on the survival rate and callus formation of *B. falcatum* cv. Tainung No.1 bud cultured.

Explant	No. of bud		Survival rate (%)	Callus-forming	
	Cultured	Survived		No.	%
Terminal bud	24	18	75.00 [a*]	6	25.00 [a]
Lateral bud	26	9	34.62 [b]	11	42.31 [b]

* Means followed with the same letter within each column are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple range test.

二、不同無機鹽類濃度與有機成分之影響：

表 2 顯示 B_4 之1/4量無機鹽類與全量有機成分處理組之頂芽培殖成活率最高，達100%，且無褐化現象發生。提高無機鹽類濃度之 B_1、B_2 及 B_3 三種處理成活率反而下降，且褐化率有上升的趨勢。含全量無機鹽類及有機成分之 B_1 處理組，褐化率高達75%；含1/2量無機鹽類及全量有機成分之 B_2 處理組，成活率爲70%，褐化率爲30%，且葉片有褐化現象；含半量無機鹽類及有機成分之 B_3 處理組，其成活率及褐化率與 B_2 處理相同，且植株矮小。由上述結果顯示，有機成分對成活率與褐化現象之影響不若無機鹽類大，但含量不足時則會影響植株之正常生長。而無機鹽類濃度則以1/4量之 MS 培養基爲最適宜，此與 Hiraoka et al. 以1/2量 LS 培養基（Linsmaier & Skoog，1965）進行柴胡分芽繁殖比全量 LS 好的結果相似[10]。

表 2. 不同無機及有機成分對三島柴胡臺農1號芽體培養之影響

Table 2. Effect of inorganic and organic components on the survival rate of *B. falcatum* cv. Tainung No.1 bud cultured.

Treatments	No. of bud		Browning rate (%)	No. of bud survived	Survival rate (%)
	Cultured	Browned			
B_1*	20	15	75 [a]	5	25 [c**]
B_2	20	6	30 [b]	14	70 [b]
B_3	20	6	30 [b]	14	70 [b]
B_4	20	0	0 [c]	20	100 [a]

* Components of B_1，B_2，B_3 and B_4 are described in material and methods.

**Means followed with the same letter within each column are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple range test.

三、不同 BA 濃度之影響：

隨著 BA 濃度的提高，頂芽培殖體成活率有下降的現象（表3）。三個 BA 濃度中以1 mg/l 處理的成活率44.1%最高，但其基部 callus 形成的比率亦高達35.3%，此處理組芽之生長高度較其他處理爲佳；2 mg/l BA 處理之成活率爲40.7%，幾與1 mg/l BA 相近，惟有側芽分化及稍有褐化之現象；3 mg/l BA 處理之成活率最低，僅29.4%，其芽體生長矮小，葉捲曲且呈玻璃質化，此外另有不定芽叢生現象。

表 3. 不同 BA 濃度對三島柴胡臺農1號芽體培養之影響

Table 3. Effect of BA concentrations on the survival rate and callus formation of *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 bud cultured.

BA (mg/l)	No. of bud		Survival rate (%)	Callus-forming	
	Cultured	Survived		No.	%
1	34	15	44.12 [a]***	12	35.29 [a]
2	27	11	40.74 [a]	3	11.11 [b]
3	34	10	29.41 [ab]	3	8.82 [b]

* Means followed with the same letter within each column are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple range test.

四、不同 NAA 濃度之影響：

三種 NAA 濃度處理之成活率介於80～85%，褐化率在15～20%之間，差異皆未達顯著水準（表4），表示就繁殖柴胡頂芽而言，0.1～0.4 mg/l之 NAA 濃度對提高成活率及抑制褐化率之效果差異不大。

表 4. 不同 NAA 濃度對三島柴胡臺農1號芽體培養之影響

Table 4. Effect of NAA concentrations on the survival rate of *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 bud cultured.

NAA (mg/l)	No. of bud		Browning rate (%)	No. of bud survived	Survival rate (%)
	Cultured	Browned			
0.1	20	3	15 [a]*	17	85 [a]
0.2	20	3	15 [a]	17	85 [a]
0.4	20	4	20 [a]	16	80 [a]

* Means followed with the same letter within each column are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple range test.

五、不同蔗糖濃度之影響：

四個蔗糖濃度處理（1、3、5及7%）中以1%之效果較佳，成活率高達100%，且無褐化現象（表五）；其他三個處理之成活率均爲80%，且有部分褐化，生長較差的情形。此外，蔗糖1%與3%兩處理組之芽體生長較快速，5%與7%兩處理組之芽體則有生長抑制的不良效果。

表 5. 不同蔗糖濃度對三島柴胡臺農1號芽體培養之影響

Table 5. Effect of sucrose concentrations on the survival rate of *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 bud cultured.

Sucrose (%)	No. of bud		Browning rate (%)	No. of bud survived	Survival rate (%)
	Cultured	Browned			
1	20	0	0 [b]*	20	100 [a]
3	20	4	20 [a]	16	80 [a]
5	20	4	20 [a]	16	80 [a]
7	20	4	20 [a]	16	80 [a]

* Means followed with the same letter within each column are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple range test.

六、不同 pH 值影響：

表6結果顯示，隨著 pH 值的升高，柴胡頂芽成活率逐漸增加，且褐化率逐漸降低。三個處理組中以 pH 6.7之成活率最高達80%，但其植株生長弱小；pH 4.7的成活率最低，僅25%，且褐化情形嚴重。pH 5.7之成活率（60%）介於其中，但植株生長勢最強。故進行三島柴胡臺農1號大量繁殖培養基 pH 之調配，應以5.7較適合。

表 6. 培養基之 pH 對三島柴胡臺農1號芽體培養之影響

Table 6. Effect of pH values on the survival rate of *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 bud cultured.

pH	No. of bud		Browning rate (%)	No. of bud survived	Survival rate (%)
	Cultured	Browned			
4.7	20	15	75 [a*]	5	25 [b]
5.7	20	8	40 [b]	12	60 [a]
6.7	20	4	20 [b]	16	80 [a]

* Means followed with the same letter within each column are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple range test.

七、不同添加物質之影響：

比較七組添加物質之效果，以0.5 mg/l ABA+0.5 mg/ l Kinetin 組之褐化情形最嚴重，且最早褐化，於培養後20天左右即全部死亡；而500 mg/l casein hydrolysate 處理組芽體生長矮小，芽體基部長出之 callus 形狀最大且數目最多；2 g/l activated charcoal 處理與不加任何添加物質組（CK）之褐化情形相似，顯示添加活性碳並無防止柴胡幼苗褐化的效果；七個處理中以10% coconut milk 與 100mg/l proline+100 mg/l tryptophan 兩處理組之防止褐化效果最佳，100 mg/l asparagine+100 mg/l glutamine 添加組之效果次之。

八、培養基態（phase）之影響：

以表7之五種處理（不同 BA 濃度配合固態或液態培養基），培養三島柴胡臺農1號之頂芽一個月後，固體培養基的芽數仍只有一個，即無新芽的分化或再生現象，而液體培養基的四個處理芽數均在4個以上，顯示液體培養基在芽數的繁殖上顯著優於固體培養基。不同的 BA 濃度處理以 1mg/l BA 之液體培養基可達到最大的繁殖率，一個月可繁殖13個芽（圖1），2mg/l BA 之液體培養基處理次之，有8個芽，而4 mg/l BA 可繁殖4個芽，顯示 BA 濃度不宜過高，以免影響不定芽之形成。

表 7. 不同培養基態及 BA 濃度對柴胡芽數繁殖之影響

Table 7. Effect of medium phases and BA concentrations on formation of new adventitious bud of *B. falcatum* cv. Tainung No.1 bud cultured for one month.

Medium phase	BA (mg/l)	No. of bud formed
Solid	1.0	1 [c*]
Liquid	0.5	6 [b]
Liquid	1.0	13 [a]
Liquid	2.0	8 [b]
Liquid	4.0	4 [bc]

* Means followed by the same letter within the column are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple range test.

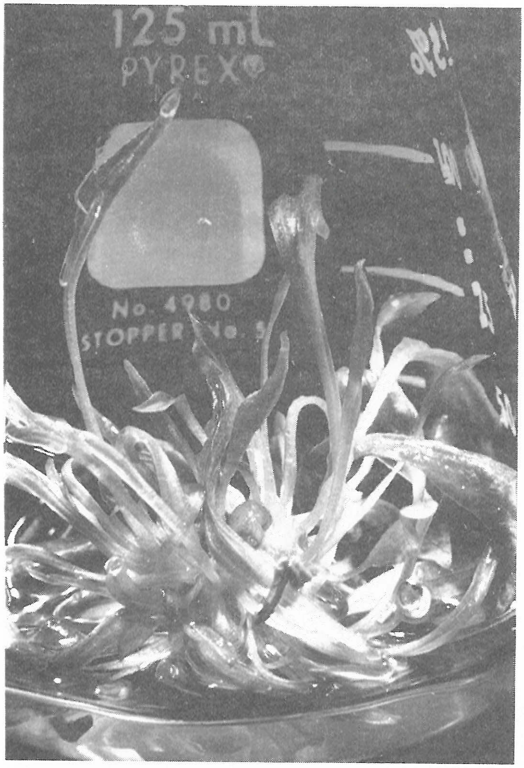


圖 1. 在內含1 mg/l BA 之液體培養基振盪培養1個月後，三島柴胡臺農1號每個頂芽可得13個新芽
Fig. 1. Thirteen buds were induced from terminal bud of *Bupleurum falcatum* L. cv. Tainung No. 1 cultured on liquid medium containing 1 mg/l BA for one month.

討　論

一般植物利用組織培養技術進行大量繁殖，可分爲固體及液體培養二種方式。George and Sherrington 報導固體培養的優點爲：(一)適合小培殖體的生長及再生，(二)不需要特殊的通氣設備，(三)芽體及根的生長情形較規則，及(四)癒合組織不會散落而成懸浮培養[9]。液體培養雖不如固體培養普遍，但液體培養也可有效的應用於培養癒合組織和器官，且能導致快速的再生。Shoyama et al.指出，以貝母鱗莖爲培殖體大量繁殖時，液體培養之效果遠高於固體培養[14]；Takayama and Misawa 於一系列的微體培養過程中，即以液體培養建立了高速率的植物繁殖法[15]；Kandeel and Hughes 也報導馬鈴薯小芽經液體振盪培養後，有較多的節，而且生長較好[11]。以上報導均再三顯示，液體培養對促進培殖體之生長及分化能力遠較固體培養爲佳，其原因可能爲在液體培養基中，培殖體具有廣大表面積，以吸取和接觸營養成份；另一方面，培殖體所產生的毒性代謝物，也可分散於液體中，而稀釋了毒性。本研究亦顯示，液體培養對柴胡大量繁殖的速率遠高於固體培養，和上述諸學者之結果相當一致。此外，有效的將固體培養基和液體培養基混合使用，常使微體繁殖法得到裴然的成果；例如先於固體培養中誘導出嫩芽，然後移至液體培養基中，可使芽體快速發育。Shoyama et al. 以液體振盪法培殖半夏（*Pinellia ternata*），由取得一個球莖的組織團塊，理論上一年後可繁殖出4×10^{23}個以上的植株[13]。而 Tsay et al. 以固體培養基與液體培養基交互應用，可使培殖體維持旺盛的繁殖力，由一株芽估計一年可得2×10^{27}株之幼苗[17]。Takayama and Misawa 亦報導先將百合（*Lilium auratum* L. *longiflorun* 及 L. *Speciosum*）的鱗片組織於固體培養基中誘導出鱗片

子葉，再移至液體培養中，可得到令人滿意之繁殖速率[16]。本研究亦發現，先將柴胡之頂芽（3mm）培養於固體培養基，待其成活及生長健壯後，再繼代培養於含有1 mg/l BA 之液體培養基中，可誘導大量芽體產生，對柴胡之大量繁殖最爲有利。

綜述本研究之結果如下：利用組織培養技術進行三島柴胡臺農1號大量繁殖的過程中，褐化及繁殖速率緩慢是兩大瓶頸。利用頂芽之成活率高於腋芽。使用液體振盪培養方式，並在培養基中加入1 mg/l BA、100 mg/l proline 及100 mg/l tryptophan 等氨基酸，或10% coconut milk，其繁殖倍率最佳。

誌　謝

本研究承蒙行政院農業委員會補助經費（78農建—7.1糧—49），試驗進行期間承蒙紀科衡先生與林淑如小姐之協助，謹致謝意。

引用文獻

1. 中藥大辭典編輯委員會。1981。柴胡。中藥大辭典第三册。臺中市昭人出版社。pp.2816—2825。
2. 中藥典編輯委員會。1985。柴胡。中華民國中藥典範第一輯第一册。行政院衛生署。pp.43—46。
3. 林俊清。1990。生藥柴胡與柴胡劑。高雄醫學院。高雄市。pp.1—87。
4. 劉新裕。1988。不同海拔地區對三島柴胡生育性狀、產量及有效成分 saponin 含量之影響。中華農業研究37：396—404。
5. 劉新裕、徐原田、胡敏夫、邱善美。1989。三島柴胡臺農1號之育成。中華農業研究38：326—334。
6. 劉新裕、王昭月、李肇昌、李春越。1991。三島柴胡臺農1號適應能力及其有效利用部位之開發研究。中華農業研究40：28—36。
7. 賴榮祥。1976。柴胡。原色生藥學。臺中市創譯出版社。pp.81—85。
8. Amano, A., K. Fujimoto, H. Ohashi, K. Matsunaga and H. Mizukami.1989. Chromosome number variation in *Bupleurum falcatum* plants regenerated through somatic embryogenesis of callus cultures. Shoyakugaku Zasshi 43：13—18.（in Japanese）
9. George, E. F. and P. D. Sherrington. 1984. Plant propagation by tissue culture : Handbook and dictionary of commercial laboratories.（ed. by E. F. George and P. D. Sherrington）. Eastern Press Reading, Berks, England. pp. 125—330.
10. Hiraoka, N., T. Kodama and Y. Tomita. 1983. In vitro propagation of *Bupleurum falcatum*. Shoyakugaku Zasshi 37：62—67.（in Japanese）
11. Kandeel, N. and H. Hughes. 1988. Delayed effects shake culture. Agricell Rep. 11：22.
12. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15：473—497.
13. Shoyama, Y., K. Hatano and I. Nishioka. 1983. Clonal multiplication of *Pinellia ternata* by tissue culture. Plant Medica 49：14—16.
14. Shoyama, Y., N. Hasegawa and I. Nishioka. 1986. Studies on propagation of *Fritillaria verticillata* tissue（1）. Jap. J. Pharmacognosy 40：198—202.
15. Takayama, S. and M. Misawa. 1981. Mass propagation of Begonia x Hiemalis plantlets by shake culture. Plant Cell Physiol. 22：461—467.
16. Takayama, S. and M. Misawa.1982. Factors affecting differentiation and growth in vitro and a mass-propagation scheme for Begonia x Hiemalis. Scient. Hort. 16：65—75.
17. Tsay, H. S., T. G. Gau and C. C. Chen. 1989. Rapid clonal propagation of *Pinellia ternata* by tissue culture. Plant Cell Rep. 8：450—454.
18. Yen, M. H., C. C. Lin, C. H. Chuang, and S. Y. Liu. 1991. Evaluation of root quality of *Bupleurum* species by TLC scanner and the liver protective effects of "Xiao-chai-hu-tang" prepared using three different *Bupleurum* species. J. Ethnopharmacology 34：155—165.

Studies on Tissue Culture of *Bupleurum falcatum* L. cv. Tainung No. 1.[1]

Jia-Yan Hsu, Sin-Yie Y. Liu and Hsin-Sheng Tsay[2]

Summary

The purpose of this study was to develop an effective method for mass propagation of *Bupleurum falcatum* L. cv. Tainung No.1 through tissue culture techniques. The effectiveness of various explant parts and medium composition were investigated. Experimental results showed that the terminal bud (3mm in length) possessed a higher survival rate than lateral bud. For medium composition, 1/4 strength of MS (1962) inorganic salts with full strength of organic constituents, supplemented with 1 mg/l BA, 0.1 mg/l NAA, 1% sucrose and 0.9% Difco agar (pH 5.7) were ideal for the in vitro growth of shoot tips. Survival rate as high as 100% was recorded.

Addition of amino acids, e. g., proline, tryptophan, and asparagine, or coconut milk to the culture medium could facilitate shoot growth as well as delay the occurrence of tissue browning.

The propagation rate was higher in liquid culture than in solid medium. Thirteen adventitious buds could be produced from a single apex bud cultured in liquid medium and shaken at 100 rpm within one month.

Key words : *Bupleurum falcatum* L. cv. Tainung No. 1, Tissue culture, Propagation.

1. Contribution No. 1674 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant (78農建—7.1糧—49) from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC. and assisted by Mr. K. H. Chi and Miss. S. R. Lin.

2. Assistant Agronomist, and Senior Agronomists, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(3)：253～264 (1993)

臺灣白芷組織培養之研究

I. 癒合組織之誘導及培養基成分之探討[1]

張文德　陳忠川　張永勳　蔡新聲[2]

摘要：利用組織培養技術生產吾人所需之二次代謝產物，最近受到世界各國研究人員的重視。植物細胞不但生長迅速，二次代謝產物粹取容易，而且有些植物細胞培養所得二次代謝產物之量，更高於原植物體，所以組織及細胞懸浮培養技術，目前已成爲製藥工業重要之製藥技術。本研究以臺灣白芷進行癒合組織的誘導及建立細胞懸浮培養，並從培養細胞中抽取有效成分 imperatorin，期能經由本研究的探討，爲臺灣製藥工程界開發出生產 imperatorin 之新方法，進而推廣到其他重要藥材有效成分之大量生產，以利於臺灣省產藥材之開發應用。結果發現將臺灣白芷幼嫩之葉柄，經消毒後接種於含有1mg/l 2,4-D、0.5mg/l kinetin、3％蔗糖及 0.9% agar，pH＝5.7 之 MS 基本鹽類固體培養基中，進行暗培養30天後，可由葉柄邊緣長出質地鬆軟，白色微黃之癒合組織；繼代培養則以稍低濃度的2,4-D (0.25～0.5mg/l) 配合0.5 mg/l kinetin、3％蔗醣及 1.2% agar 之 MS 基本鹽類固體培養基較佳。將癒合組織切碎後投入上述繼代培養的液體培養基中，於 100 rpm 轉速，光照約 200 lux 的條件下培養，可建立一分散狀況良好的懸浮培養細胞。Imperatorin 成份測定結果顯示，市場品杭白芷根最高，野生品臺灣白芷之根次之，而以野生品臺灣白芷之莖葉、癒合組織及懸浮細胞的含量最少，顯示白芷不同部位之器官 imperatorin 之含量差異極大。

關鍵詞：白芷、癒合組織、懸浮細胞、二次代謝產物。

白芷 (*Angelica dahurica* (FISCHER) BENTHAM et. HOOKER) 最早收載於本經中品，爾後歷代諸家本草皆有著錄，並延用至今之重要藥材。本經云：白芷能治女人漏下赤白，血閉陰腫、寒熱、頭風侵目淚出，長肌膚，潤澤顏色，可作面脂，爲治風要藥，對頭痛有卓效。據近代藥理學之研究，白芷可用於流行性感冒及產前產後之頭痛、眩暈、齒痛、顏面神經痛，並有止血作用，對便血、鼻衄亦有效，爲分娩時陣縮催進劑，亦有抗菌作用[1,2,6]。近年來白芷更應用於銀屑病的治療，效果良好[4]；而白芷的主要成分 imperatorin 則是被認爲主要的有效成分之一[3]。

臺灣白芷 (*Angelica dahurica* (FISCHER) BENTHAM et. HOOKER var. formosana (BOISSIER) YEN) 係臺灣地區自生種，爲繖形科 (Umbelliferae) 之多年生草本植物。據文獻顯示，臺灣白芷爲白芷市場品之一〝杭白芷〞的基原植物[2]。惟因產量不豐，並未應用於市場的供需。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1675 號。
2. 中國醫藥學院中國藥學研究所研究生、副教授、副教授 (臺中市學士路) 及本所農藝系研究員。臺灣省　臺中縣霧峰鄉。

自從1983年日本成功地利用組織培養的方式，大量生產紫草中之有效成分，並應用於商業上的生產，植物細胞懸浮培養就成爲生產吾人所需二次代謝產物的新途徑[5]。懸浮細胞因生長快速，中藥成分抽取容易，而且有些二次代謝物之產量不亞於原植物之含量，所以利用它來大規模生產中藥植物之藥用成分，極爲有利。如何建立一個生長良好，且中藥成份含量高的細胞懸浮培養，是學者們所要探討的目標，因此從癒合組織的誘導，細胞懸浮培養的建立，乃至細胞系（cell line）的篩選到大量工業化生產，有很多重要因素是必須考慮的。本研究將針對臺灣白芷以懸浮細胞生產 imperatorin 之過程做一系列之探討；本文係有關癒合組織的誘導及培養基成份探討之結果。期能經由本研究的探討，爲臺灣製藥工業界開發出生產 imperatorin 之新方法，進而推廣到其他重要藥材有效成分之大量生產，以利於臺灣省產藥材之開發應用。

材料與方法

一、材　料

本研究使用之材料採自臺北陽明山國家公園，大屯山登山步道旁之野生臺灣白芷（*Angelica dahurica*（FISCH）BENTH et. HOOK var. *formosana*（BOISS.）YEN.。

二、方　法

㈠培養基的配製

1. 固體培養基：本研究主要以 MS 無機監類爲基本配方[15]，添加各類植物生長調節劑如 NAA、2,4-D、BA、kinetin 及 zeatin 等，及各類添加物如 casein hydrolysate（CH）及椰子汁等。培養基於加入 agar 前，先用 1N NaOH 及 HCl 將 pH 值調至5.7±0.1，然後以121°C，15 lb/in^2（1.05kg/cm^2）之壓力殺菌15分鐘後，擺成斜面放冷備用。
2. 液體培養基：配製步驟同固體培養基，惟 pH＝5.2±0.1，且不添加 agar。

㈡培養環境

接種後將材料置於25±1°C之恆溫，照光（固體培養約2,000 lux，液體培養約200 lux）或不照光進行培養。另液體培養則將材料置於迴轉式振盪器上以100 rpm 之速度振盪培養。

㈢臺灣白芷癒合組織之誘導

將採回之白芷植株，先以 Extran（Merck）中性洗液洗滌，並以清水沖洗乾淨。用刀片切取較幼嫩之葉柄部份，以70%酒精消毒2分鐘，再以2%次氯酸鈉溶液〔每50ml 加 Tween 20一滴〕，於超音波振盪殺菌15分鐘，移至無菌接種箱中，以無菌水清洗三次後，以刀片切除傷面，再切成約2mm 寬的大小，接種於含有植物生長調節劑 1mg/l 2,4-D, 0.5 mg／l kinetin、3%蔗糖、0.9%agar及pH＝5.7之 MS 固體培養基中，進行暗培養以誘導癒合組織。

三、臺灣白芷之化學成份測定

㈠材料

1. 市場售杭白芷乾燥藥材：得自中國醫藥學院附設醫院中藥局。
2. 野生品臺灣白芷：採自臺北陽明山國家公園大屯山登山步道旁，乾燥後備用。
3. 成份標準品：
   A. Imperatorin：購自 ROTH® 公司。
   B. Byak-angelicin：由中國四川省成都科學生育計畫研究所周繼銘教授提供。
4. 細胞懸浮培養之白芷檢品：將培養後之懸浮細胞，過濾除去培養液，經冷凍乾燥後稱重備用。

㈡儀器

薄層層析（TLC）板，kieselgel 60 F254（Merck）。

Shimadzu UV-160 A, 紫外—可見光分光光度計。

Shimadzu 高效液相層析儀（HPLC），包括 LC-6A 型泵浦，SPD-6A 型可變波長檢測器，C-R6A 型積分儀。

Merak 逆相（reverse phase）層析柱 Rp-18（LichroCART 125-4, 125 x 4 mmI.D.），加上一預柱（pre-column）防止雜質堵塞。

㈢方法

1. 檢品的製備

將乾燥稱重過的市場藥材或培養品研成碎粉，以適量甲醇（methanol）爲溶媒，經超音波震盪十分鐘，過濾收集濾液。如此重覆三次，將濾液合併，以眞空減壓濃縮機濃縮，並用2 ml 甲醇將成份溶出。

2. 薄層層析法

在 TLC 薄板上分別點檢品及標準品溶液，以展開劑（ethylacetate：n-hexane＝1：1）展開，在紫外光下觀察螢光斑點。

3. 高效液相層析法（HPLC）

⑴分析條件的選擇

取 imperatorin 標準品甲醇液，於紫外一可見光分光光度計上掃描，得知 imperatorin 的最大吸收波長爲248nm.,以此爲檢測波長。

在 Rp-18柱上，以不同比例的甲醇一水，甲醇一水一乙酸乙酯作流動相比較分離效果，結果以甲醇一水（55：45）分離效果最好。所以以甲醇一水（55：45）爲流動相並先減壓抽氣過濾脫氣。柱溫爲室溫，流速爲 1 ml/min，檢測波長248nm。

⑵標準曲線的繪製

精確稱取標準品 imperatorin 10mg，用甲醇溶解，定容至100ml，分別取此溶液0,0.5,1.0,1.5,2.0ml，均用甲醇定容至10ml，製得5個不同濃度的標準溶液。在上述的分析件下，分別注射20ul。以峰面積爲縱坐標，各成分濃度爲橫座標，得一通過原點的檢量直線，並求出其迴歸方程式。

⑶加樣回收率試驗

取培養之乾燥材料二份，其中一份加入定量的成份標準品，用上述檢品製備的方法製成檢品，然後測定其成份含量並計算其回收率。

⑷檢品測定

將各個不同的白芷檢品，按照上述檢品製備方法和層析條件，注射 20ul 進行分析，用外標準法計算 imperatorin 的含量。

結　果

一、臺灣白芷癒合組織的誘導及繼代培養

將臺灣白芷幼嫩之葉柄，經消毒後，接種於含有 1mg/1 2,4-D、0.5mg/l kinetin、3 %蔗糖及0.9%agar，pH＝5.7之 MS 固體培養基中，進行暗培養30天後，由葉柄邊緣長出質地鬆軟，色白微黃之癒合組織，繼代培養之後，做爲下列試驗的材料。

㈠Auxin 類植物生長調節劑對臺灣白芷癒合組織生長之影響

將所誘導的臺灣白芷癒合組織以100mg 之大小，繼代培養在表1所列含不同濃度2,4-D 及 NAA 植物生長調節劑之培養基中，30天之後，發現癒合組織在0.25～2mg/l 2,4-D 之間生長良好，鮮重可達原來的7倍之多，乾重亦最大，且癒合組織質地鬆軟，色白微黃稍透明；但濃度提高到 4 mg/l 時，則有明顯抑制生長現象。而 NAA 濃度則要高至 4～8 mg/l 才有較佳的生長

，但癒合組織之質地及乾重，明顯不及2,4-D 的培養基效果好（表1）。

表1.　Auxin 類植物生長調節劑對臺灣白芷癒合組織生長之影響*

Table 1. Influence of auxins on callus growth of *A. dahurica* var. *formosana*

Basal medium with 2,4-D (-mg/l-)	Basal medium with NAA (-mg/l-)	Fresh weight of callus** -mg/l-	Dry weight of callus** -mg/l-
0	0	506.8 b***	29.5 b***
0.25	0	779.0 a	46.7 a
0.5	0	660.1 a	43.7 a
1	0	762.2 a	43.5 a
2	0	721.8 a	43.0 a
4	0	249.8 d	19.5 d
0	0.5	231.1 d	18.9 d
0	1	391.6 c	23.9 c
0	2	366.1 c	22.9 c
0	4	662.8 a	35.0 a
0	8	720.6 a	36.0 a

* : Basal medium was MS with 0.5 mg/l kinetin, 3% sucrose and 0.9% agar, pH=5.7.

** : Data collected from 100 mg callus was cultured for 30 days. Each data represents 30 replications.

*** : Means in each vertical column followed by same letter are not significantly different at 5% level using MRT (Duncan's multiple range test) .

㈡Cytokinin 類植物生長調節劑對臺灣白芷癒合組織之影響

表2顯示繼代培養基中添加不同種類的 cytokinin，比不添加者，癒合組織生長較為良好。雖不同類的 cytokinins 間統計上並無顯著的差異，但數據上仍顯示 kinetin 及 BA 稍優於 zeatin。

表2.　Cytokinin 類植物生長調節劑對臺灣白芷癒合組織生長之影響*

Table 2. Influence of cytokinin on callus growth of *A. dahurica* var. *formosana*

Basal medium with Kinetin (-mg/l-)	Basal medium with BA (-mg/l-)	Basal medium with Zeatin (-mg/l-)	Fresh weight of callus** -mg/l-	Dry weight of callus** -mg/l-
0	0	0	333.0 b***	32.5 b***
0.5	0	0	819.5 a	51.9 a
0	0.5	0	815.2 a	51.8 a
0	0	0.5	775.1 a	47.8 a

* : Basal medium was MS with 1mg/l 2,4-D, 3% sucrose and 0.9% agar, pH=5.7.

,* : Same as Table 1.

㈢水解酪蛋白的添加對臺灣白芷癒合組織生長之影響

表3顯示不同濃度的水解酪蛋白，對臺灣白芷癒合組織生長並無幫助。

表3. 水解酪蛋白對臺灣白芷癒合組織生長之影響*

Table 3. Influence of casein hydrolysate on callus growth of *A. dahurica* var. *formosana*

Casein hydrolysate -mg/l-	Fresh weight of callus** -mg/l-	Dry weight of callus** -mg/l-
0	832.2 a***	44.8 a***
250	825.1 a	42.9 a
500	713.2 a	39.4 a
750	763.4 a	43.2 a
1,000	785.0 a	44.7 a

* : Basal medium was MS with 1mg/l 2,4-D, 0.5 mg/l kinetin, 3% sucrose and 0.9% agar, pH=5.7.
,* : Same as Table 1.

(四)椰子汁 (CM) 的添加對臺灣白芷癒合組織生長之影響

表4顯示10%CM 對臺灣白芷癒合組織之鮮重與乾重無明顯助益。

表4. 椰子汁對臺灣白芷癒合組織生長之影響*

Table 4. Influence of coconut milk on callus growth of *A. dahurica* var. *formosana*

Coconut milk -%-	Fresh weight of callus** -mg/l-	Dry weight of callus** -mg/l-
0	658.8 a***	46.3 a***
10	684.4 a	46.5 a

* : Basal medium was MS with 1mg/l 2,4-D, 0.5 mg/l kinetin, 3% sucrose and 0.9% agar, pH=5.7.
,* : Same as Table 1.

(五)Agar 濃度對臺灣白芷癒合組織生長之影響

將臺灣白芷癒合組織接種於含有不同濃度之 agar，形成軟硬度不同培養界面的培養基中，30天後，發現0.6% agar 的培養基，由於培養基含水量較多，使得癒合組織呈水浸狀，且乾重只有1.2% agar 癒合組織的一半。1.2% agar 的癒合組織其鮮重可達1,168mg，比一般用量0.9% agar 的鮮重超出甚多。但 agar 濃度提高到1.5%時，癒合組織之生長又呈抑制之現象（表5）。

表5. 不同的洋菜濃度對臺灣白芷癒合組織生長之影響*

Table 5. Influence of agar concentration on callus growth of *A. dahurica* var. *formosana*

Agar -%-	Fresh weight of callus** -mg/l-	Dry weight of callus** -mg/l-
0.6	658.3 c***	31.7 c***
0.9	860.9 b	47.4 b
1.2	1,168.6 a	61.7 a
1.5	754.9 c	29.4 c

* : Basal medium was MS with 1mg/l 2,4-D, 0.5 mg/l kinetin, 3% sucrose and 0.9% agar, pH=5.7.
,* : Same as Table 1.

二、臺灣白芷細胞懸浮培養之建立

臺灣白芷的癒合組織，以含有 1mg/l 2,4-D及0.5 mg/l kinetin之MS 基本鹽類爲繼代培養基，經幾代培養之後，長出的癒合組織仍然質地鬆軟，色白微黃。取0.5g 經繼代培養之癒合組織，切碎後培養在含有20ml 培養基的的125ml 三角瓶中，在25±1°C恆溫，以100rpm 轉速進行水平迴轉式振盪培養，每7天更換培養液一次，其方法爲抽出15ml 懸浮液，換入等量新鮮的培養基，約一個月後可形成一分散狀況良好的懸浮培養細胞（圖1）。

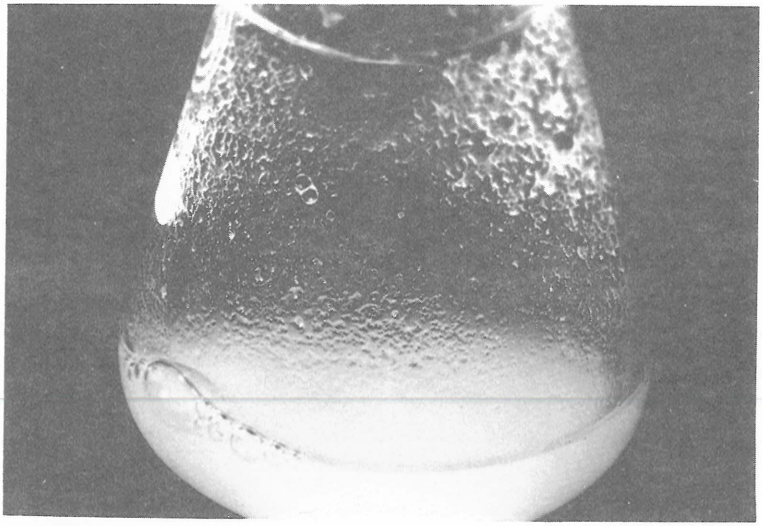


圖1. 臺灣白芷之細胞懸浮培養

Fig. 1. The cell suspension of *A. dahurica* var. *formosana*.

三、市場品杭白芷、臺灣白芷野生品與組織培養品化學成份之比較

㈠薄層層析法

將市場品杭白芷、臺灣白芷野生品及其所誘導之癒合組織和懸浮培養之細胞，經前述之檢品製備方法處理，製成檢品。利用薄層層析法（TLC），與標準品作定性比較。經展開劑（ethylacetate：n-hexane＝1：1）展開後，在紫外光下觀察螢光斑點，如圖2。

Imperatorin 之 Rf 值（ratio of front）爲0.68；byak-angelicin 之 Rf 值爲0.20。從 TLC 板的螢光斑點觀之，無論是市場品的杭白芷，野生品臺灣白芷之根和莖葉，及組織培養檢品，皆含有這兩個成份。

㈡高效液相層析法

在 RP-18的層析柱上，以甲醇一水〔55：45〕爲移動相，對白芷檢品中 imperatorin 的分離情況進行試驗，用保留時間（retention time）和加入標準品方法確認，得到一分離效良好的圖譜，結果如圖3。

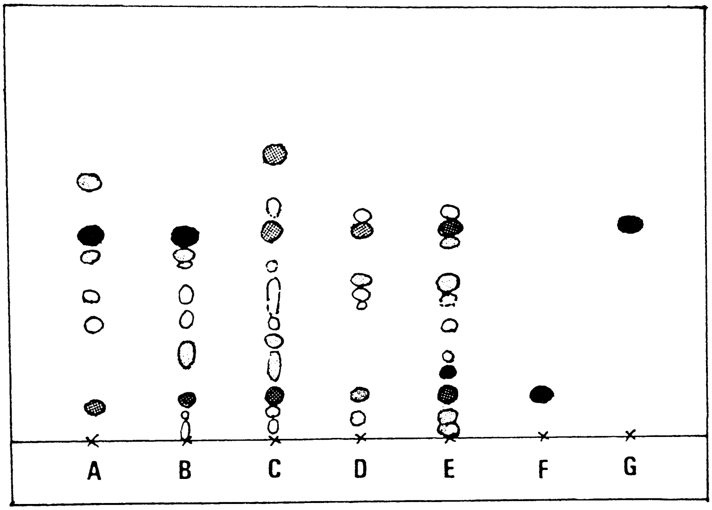


圖2. 不同來源之白芷與標準品之薄層層析譜
A. 市場品 B. 臺灣白芷野生根 C. 臺灣白芷野生葉
D. 臺灣白芷癒合組織 E. 臺灣白芷懸浮細胞
F. byak-angelicin G. imperatorin
Fig. 2. TLC of various source of *A. dahurica* and standard.

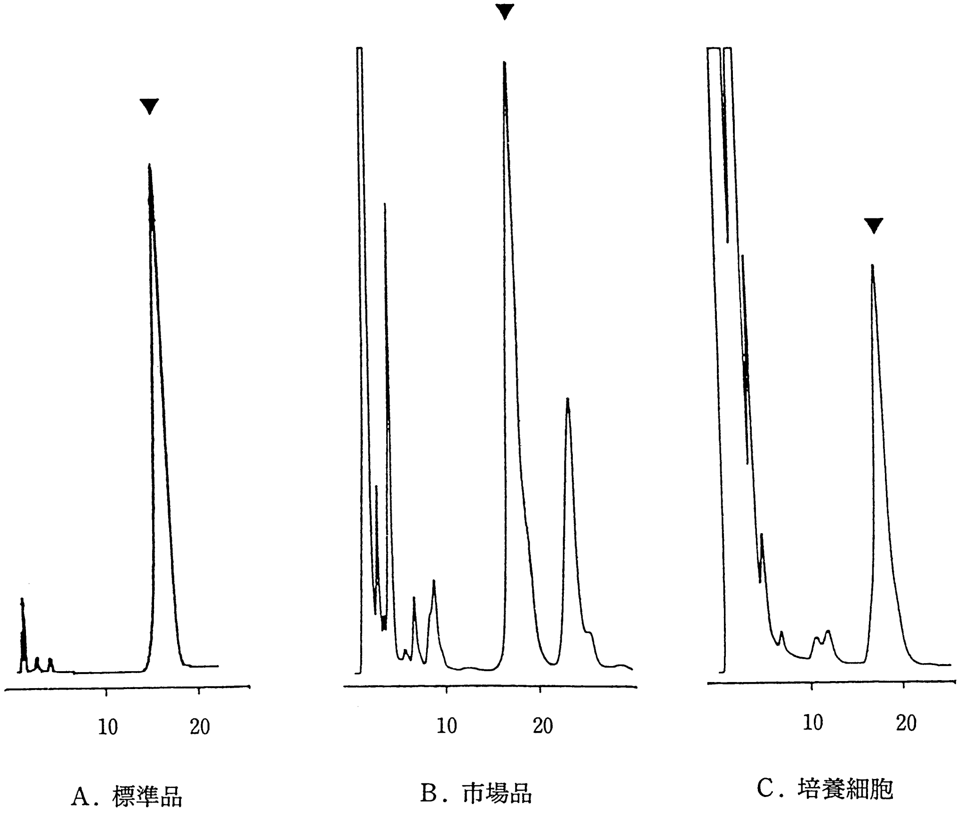


圖3. 白芷 imperatorin 的高效液相層析譜
Fig. 3. HPLC of imperatorin formed by *Angelica dahurica* var. *formosana* cell suspension culture. Retention time : 18 min.

1. 標準曲線的繪製

精確配製5個不同濃度的 imperatorin 標準品溶液，利用 HPLC 所得的波峰面積（peak area）爲縱座標，成分濃度爲橫座標，繪製一通過原點的迴歸檢量直線（圖4），其迴歸方程式如下：

Imperatorin　　$y=4168607x-20785.5$　　$r=0.998295$

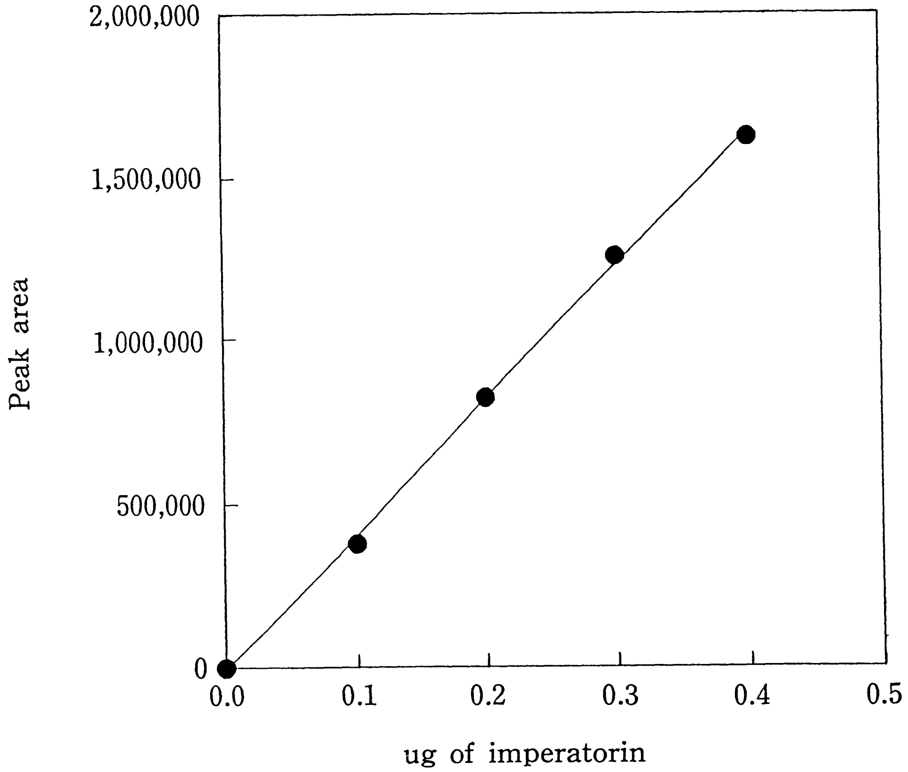


圖4. Imperatorin 之迴歸檢量線

Fig 4. The regressive curve of imperatorin

利用此一迴歸方程式，以波峰面積求出 imperatorin 的含量。以下的試驗即根據此方程式，作定量方面的試驗。

2. 加樣回收率試驗

精密稱取培養之乾燥材料二份，其中一份加入定量的 imperatorin 標準品，利用前述的方法製成檢品，以同樣的分析條件測定，計算含量並求出回收率。得知加樣回收率爲99.8%。

3. 檢品中 imperatorin 的含量測定

將不同的市場品杭白芷、野生品臺灣白芷、培養出的癒合組織及懸浮細胞，經乾燥製成檢品，分別注射20μl 於高效液相層析儀，得到波峰底下面積之值帶入迴歸公式，分別求出其 imperatorin 的含量如表6顯示，imperatorin 的含量以市場品杭白芷最高達667μg/g.d.w，野生品臺灣白芷之根次之，而以野生品臺灣白芷之莖葉、癒合組織及懸浮細胞的含量最少，顯示白芷不同部位之器官，imperatorin 之含量差量極大。

表6. 不同來源白芷 imperatorin 之含量
Table 6. The content of inperatorin from various *A. dahurica*

Sample	imperatorin -μg/g.d.w.-
市場品杭白芷	667.32*
野生品臺灣白芷　根	234.75
莖葉	11.75
臺灣白芷癒合組織	7.61
臺灣白芷懸浮細胞	8.24

* Mean values of at least 3 replicate determination.

討　論

一、臺灣白芷癒合組織培養

1982年 Gu 以當歸（*Angelica sinensis* Diels.）的葉柄，接種於含有2,4-D 的 MS 培養基上，成功地誘導出癒合組織[10]；1988年 Zhang and Cheng也利用當歸不同部位的培殖體，接種於含有不同 auxin 類植物生長調節劑之培養基以誘導癒合組織，結果發現2,4-D 的效果比 NAA 好[21]。而同爲繖形科的柴胡（*Bupleurum falcatum* L.），也可利用葉、莖或種子接種於 LS＋2,4-D 的培養基誘導癒合組織。雖然2,4-D 可用 NAA 代替，但其濃度必須較高些（10^{-7} －10^{-5} M 2,4-D，10^{-6}－10^{-5} M NAA）[17,20]。Zhang and Cheng 在當歸癒合組織的誘導中也指出，以 cytokinin 搭配 auxin，其效果比單用 auxin 的結果更令人滿意[21]。繖形科的防風（*Saposhnikovia divari-cate*)癒合組織的誘導也有同樣的結果，這與早期學者所建議的理論相同[16]。本試驗以臺灣白芷的葉柄作培殖體，培養在 MS 加1mg/l 2,4-D 及 0.5mg/l kinetin 的培養基中，可成功地誘導出癒合組織，且質地鬆軟透明，色白微黃。將癒合組織培養於含有不同濃度2,4-D 及 NAA 的繼代培養基上，也發現較低濃度的2,4-D（0.5～2mg/l）比較高濃度 NAA（4～8mg/l）對癒合組織生長有利（表1）。而過高濃度的2,4-D（4mg/l）對癒合組織有毒害作用，所以長得較差且易褐化。Zhang and Cheng 在當歸癒合組織繼代培養中也曾指出，應以較高濃度的 auxin 來誘導癒合組織，而以稍低的 auxin 濃度繼代培養，或進行其後的分化處理[21]。通常過高濃度的2,4-D，長期繼代培養癒合組織，容易使癒合組織產生變異或喪失某種生合成作用[7]。本研究結果顯示，0.5～2mg／l 2,4-D 對癒合組織的繼代培養效果極爲接近，所以繼代培養之繁殖培養基，以較低濃度的2,4-D（0.5mg/l）爲宜。如前所述，auxin 類植物生長調節劑配合 cytokinin，對癒合組織的誘導有很大的助益。雖然不同的 cytokinin 其效果不一，但本研究卻發現對癒合組織的生長效果頗爲一致（表2）。

水解酪蛋白與椰子汁是最常被加入培養基中，以促進癒合組織生長的二種有機物質。Gray and Conger 報導有機氮源水解酪蛋白的主要成份爲18種胺基酸[9]；椰子汁爲椰子種子之胚乳，養分豐富且複雜。兩者皆可促進靜止細胞之有絲分裂，但非絕對必要[16]。本研究顯示，添加水解酪蛋白和椰子汁無益於臺灣白芷癒合組織的生長（表3，表4）。

固體培養基最常使用的支持固定劑是洋菜（agar），它含有多種成份不明但具有生理活性的物質，故添加量的多寡常影響試驗結果。臺灣白芷癒合組織培養在0.9～1.2%agar 濃度的培養基中，生長情況良好，尤以1.2%agar 最佳（表5）；而0.6%和1.5%生長情形較差，這可能與培養基間之滲透壓高低有關。

具有分裂能力之植物組織或器官，皆可作爲組織培養之材料；例如種子、根莖、莖頂、頂芽、葉

、腋芽、梗節、葉柄、下胚軸、花藥、子房、塊莖、鱗片及柱頭等植物器官，皆可做爲大量繁殖及誘導癒合組織的材料。但如果某種成分只是在根部合成，是否一定要從根部細胞開始培養？答案是否定的，因爲植物細胞具有分化全能性，可經由不同的分化過程長成一完整植物，也就是說由根衍生之癒合組胞所合成的產物，葉或莖的癒合組織一樣可以做到[7]。例如 *Nicotiana rustica* 由根、葉、種子所誘導的癒合組織，不論其生長或生成 nicotine 的能力皆相似[19]。一般而言，二次代謝產物得自不同層次分化的植物組織，分化（differentiation）對此代謝產物有重要的決定性，因分化能使酵素作空間上的安排及分佈，同時能產生特殊的胞器，隔離基質與酵素[5]，這與培養基的調配有很大的關係。但值得注意的是，原植物的篩選非常重要，如果培殖體來自某成分高產量品種之母株，那麼可能會得到產量較高的細胞。Kinnersley and Dougall 指出由癒合組織產生之 nicotine 含量，與其所衍生之母株有顯著的相關[13]。因此 Berlin 建議，儘可能試著從植物體不同部位建立 cell line，再篩選適當的種原[7]。本研究初步試驗只從白芷葉柄誘導癒合組織，未來應可考慮從其它部位之培殖體著手。

二、臺灣白芷細胞懸浮培養

懸浮細胞生長快速且均一，所以較癒合組織更適合作生理、生化及成份上的研究。Hunault et at. 在懷香（*Foeniculum vulgare* Miller）的細胞培養中指出，建立一個細胞懸浮培養其實非常簡單，因爲使用於固體培養的培養基，同樣也適用於液體培養[12]。Hiraoka et al. 也使用與癒合組織培養相同的培養基（不含 agar），建立柴胡細胞懸浮培養[11]。本研究亦發現以癒合組織生長相同的 MS+1mg/l 2,4-D 及0.5mg/l kinetin 培養基作爲液體培養基，將臺灣白芷的癒合組織切碎後培養，可得到一生長良好的細胞懸浮培養。

三、Imperatorin 含量之檢測

本研究經測得白芷各種培殖體 imperatorin 的含量如表6顯示，以根部最高，但但因根部生長在泥土中消毒不易，所以採用葉柄之癒合組織做爲研究的材料，雖 ipmeratorin 含量遠不及根部者，但相信經由 cell line 之篩選，或培養基之檢討及誘引劑（elicitor）之添加，將可改進癒合組織及 cell line 中 imperatorin 的含量[8,14,18]，這方面的研究實在值得深入探討。

誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會經費補助（82NSC-0409-B055-04），謹此申謝。

引用文獻

1. 甘偉松。1980。臺灣藥用植物誌。p.644。國立中國醫藥研究所。臺北。臺灣。
2. 邱年永。張光雄。1991。原色臺灣藥用植物圖鑑。第三册。南天書局。臺北。臺灣。
3. 周繼銘。1980。白芷治療銀屑病有效成分研究。中成藥研究 4：33。
4. 重慶市銀屑病防治研究協助作組。1981。口服川白芷制劑加黑光照射治療銀屑病159例療效觀察。中華皮膚科雜誌 131：129。
5. 蘇遠志。楊瑞森。高建元。1990。利用植物組織培養二級代謝產物。生物產業 1(1)：1-14。
6. 森立之。重輯神農本草經。南大阪印刷株式會社。
7. Berlin, J. 1988. Formation of secondary metabolites in cultured plant cell and its impact on pharmacy. In：Biotechnology in Agriculture and Forestry 4 (ed. by Bajaj, Y.P.S.). pp.39-47. Springer-Verlag, New York.
8. Funk C., K. Gugler and P. Brodelius. 1987. Increased secondary product formation in plant cell suspension cultures after treatment with a yeast carbohydrate prepatation (elicitor). Phytochemistry 26：401-40.

9. Gray. D. J. and B. V. Conger. 1985. Influence of dicamba and casein hydrolysate on somatic embryo number and culture quality in cell suspension of *Dactylis glomerate.* Plant Cell Tiss. Org. Cult. 4 : 123-133.

10. Gu, J. W. 1982. Studies on tissue culture of *Angelica sinensis* (Olive) Diels. Acta Pharm. Sin. 17 : 131 -138.

11. Hiraoka, N., N. Yamada, M. Oyanagi and Y. Tomita. 1987. Vegetative propagation of *Saposhnikovia divaricata* through embryogenesis of leaf callus. Shuyakugaku Zasshi 41(1) : 43-47.

12. Hunault, G., P. Desmarest and J. Du Manoir. 1988. *Foeniculum Vulgare* Miller : Cell culture, regeneration, and the production of anethele. In : Biotechnology in Agriculture and Forestry 7 (ed. by Bajaj,Y. P. S.). pp.185-212. Springer-Verlag, New York.

13. Kinnersleg. A. M. and D. K. Dougall. 1980. Correlation between the nicotine content of tabacco plants and callus cultures. Planta 149 : 205-206.

14. Misawa, M. 1985. Production of useful plant metabolites. Adv. Biochem. Eng. 31 : 59-88.

15. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15 : 473-497.

16. Narayanaswamy, S. 1977. Regeneration of plant from tissue culture. In : Plant Cell Tissue, and Organ Culture (ed. by Reinert J. and Bajaj, Y. P. S.). pp.179-207. Springer-Verlag, New York.

17. Niraoka, N. 1988. *Bupleurum falcatum* L. embryogenesis and the production of saikosapins. In : Biotechnology in Agriculture and Forestry 7 (ed. by Bajaj, Y. P. S.). pp.69-81. Springer-Verlag, New York.

18. Robins, R. J. and M. J. C. Phodes. 1986. The stimulation of anthraquinone production by *Cinchona ledgeriana* cultures with polymeric adsorbents. Appl. Microbiol. Biotechnol. 24 : 35-41.

19. Tabata, M. and N. Hiraoka. 1976. Variation of nicotine production in *Nicotiana rustica* callus cutures. Physiol. Plant. 38 : 19-23

20. Uomori, A., S. Seo and Y. Tomita. 1974. Studies of the constituents in tissue culture of *Bupleurum falcatum* L. Shuyakugaku Zasshi 29 : 152-160.

21. Zhang. S. and Cheng K. C. 1988. *Angelica sinensis* (Oliv) Diels : In vitro culture, regeneration and production of medicinal compounds. In : Biotechnology in Agriculture and Forestry 7 (ed. by Bajaj, Y. P. S.). pp. 1-22. Springer-Verlag, New York.

Studies on Tissue Culture of *Angelica Dahurica* Var *Formosana*

I. Callus Induction And Medium Evaluation[1]

Wen-Der Chang, Chung-Chuan Chen, Yuan-Shiun Chang[2] and Hsin-Sheng Tsay[3]

Summary

The production of secondary metabolites from suspension cell culture system is one of the most promising methods in medicinal industry. The cells from callus or suspension cultures not only grow faster and the products produced can be extracted more easily than cells from the intact plants, but also the quantities of the products produced are much higher than those of the field-grown plants. The tissue or suspension cell culture techniques have made industrial production of some natural products possible.

Bai-Zhi (*Angelica dahurica*) was first recorded in Shen-Nung-Pen-Ts'ao-Ching under middlior category and was also recorded in the successive Pen-ts'aos of the descending dynasties. It has been used for the cure of headache. Recently it has also been used for treating a skin disease, Yin-Hsieh Ping with good healing effect. The component imperatorin of Bai-Zhi has been suggested as the major active ingredient for healing the skin disease. The purpose of this study was to establish the tissue culture system including callus induction from petiole and to establish the suspension culture for the production of imperatorin. It was found that the soft and light-yellowish callus from petiole of *A. dahurica* could be induced on solid medium containing MS basal salts supplemented with 1 mg/l 2,4-D, 0.5 mg/l kinetin and 3% sucrose. The callus could be maintained by successive culture on medium containing MS basal salts, 0.25-2 mg/l 2,4-D, 0.5 mg/l kinetin, and 3% sucrose, solidified with 1.2% agar at pH 5.7. For developing a finely dispersed cell suspensoin culture, the callus was cut and cultured on a medium containing 0.25-0.5 mg/l 2,4-D, 0.5 mg/l kinetin, 3% sucrose and pH 5.2 and shaking at 100 rpm. Analyses by TLC and HPLC indicated that both callus and suspension cells contained imperatorin and byak-angelicin. Although the content of imperatorin in callus and suspension cell was lower than market products and wild species.

Key words : *Angelica dahurica,* Callus, Suspension culture, Secondary metabolites.

---

1. Contribution No. 1675 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant from National Sciences Council (82NSC-0409-B055-04) , Republic of China.
2. Former graduate student, Professors of Graduate Institute of Chinese Pharmaceutical Science, China Medical College, Taichung, Taiwan 400, ROC.
3. Senior Plant Tissue Culturist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(3)：265～279（1993）

山藥優良品系70W04之選育、栽培與品質研究[1]

劉新裕[2]　王昭月[3]　宋麗梅[2]　高介志[2]

摘要：山藥優良品系70W04在植物分類上近似於 *D. alata* L., 而山藥臺農1號則具有典型田薯（*D. alata* L.）之特性，二者同屬晚熟型白肉山藥。由三個連續栽培年度及三個不同地點之試驗結果可知，70W04及山藥臺農1號在單株平均塊莖收量、田間成活率及塊莖公頃產量三方面之表現均甚佳且穩定，二者同具有31 t／ha之生產能力，較中熟型白肉山藥品系70W03及早熟型紅肉之70R01爲高。由不同海拔之試驗結果可知，較高海拔對中及晚熟型白肉山藥塊莖性狀及產量之影響極大，對70R01之影響則較小，70W04、70W03及山藥臺農1號在 800m 羅娜地區之產量分別只爲 10.9t/ha、10.1t/ha 及 10.4t/ha，而 70R01 仍有 13.7 t/ha 之產量。70W04之生育期爲8個月，但在6個月時其塊莖公頃產量即超過21t/ha，可依市場需要決定採收時期。利用塑膠穴管栽培時，70W04於8個月生長期之產量可達27.6t/ha，約爲一般種植方式之84.4%，但採收極爲方便，且塊莖較長，外觀平直光滑，不受傷損，穴管栽培方式極具參考利用價值。70W04塊莖皮薄肉厚，富含蛋白質（13.3%）與澱粉，另具礦物元素 P、K、Ca、S、Mg 及微量元素 Fe、Cu 及 Zn 等成分，此外，其肉質味美、粘度甚高、顏色潔白、且不易褐化，深具食用、加工用及保健價值。

關鍵詞：山藥、產量、品質、塑膠穴管栽培。

山藥爲薯蕷科（*Dioscoreaceae*）薯蕷屬（*Dioscorea*）之蔓性植物，利用部位爲塊莖（擔根體）。全球山藥之年產量約爲26×10^6t（FAO，1985），爲國際性重要之糧食作物。全世界薯蕷屬植物共有600多種[4,9,10,16,17]，最具生產力之種原爲 *D. alata* L.、*D. cayenensis* Lam.、*D. esculenta*（Lour.）Burk. 及 *D. rotundata*（L.）Poir. 等[14-17]，國內則以田薯或紫田薯（*D. alata* L. 或 *D. alata* L. var. *purpurea*（Roxb.）M. Pouch.）、黃藥（*D. bulbifera* L.）、基隆山藥（*D. japonica* Thunb. var. *pseudojaponica*（Hay.）Yamam.）及恆春山藥（*D. doryophora* Hance）爲主，已命名推廣之山藥品種山藥臺農1號，即屬於 *D. alata* 之優良栽培品種[13]。山藥臺農1號具有栽培及採收容易、生長旺盛、適應力大、產量高而穩定、及品質優越之優點，其塊莖大小適中、皮薄、肉厚、色白、多粘液質，富含澱粉、蛋白質及多種必需胺甚酸，另具礦物元素及維生素等成分，營養價值甚高，可供食用、加工用及藥用[3,5,11,13]。其他山藥品種如基隆山藥、恆春山藥及紫田薯等在本省之栽培生產也有一段時間，栽培技術正不斷改進，其產量及品質也都有相當不錯的表現[8,9]，值得大力研發推廣。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1676 號。
2. 本所農藝系研究員、約僱助理、約聘助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所作物種原室助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

本所山藥種原之蒐集始自1960年代，至今種原總數共60種，其中40種屬於白肉山藥系統，20種爲紅肉山藥。由歷年山藥品系觀察與比較結果可知，70W03、70W04及山藥臺農1號等白肉山藥，以及70R01等紅肉山藥同爲本所山藥種原中之優良品系，其中70W04品系尤具特色，在產量與品質兩方面並不亞於山藥臺農1號[2]。

本研究將取用上述4種優良山藥品系，就其植株特性、種薯萌芽、塊莖皮肉比率、肉質成分、顏色與粘度變化等進行比較，同時將探討不同栽培年度、不同栽培地區、不同海拔、不同採收期、不同栽培方式及宿根生長對相關山藥塊莖性狀與產量之影響程度，期能選育更優良山藥品系，及建立更佳栽培模式，供日後農民利用生產之參考。

材料與方法

一、材　料：

晚熟型山藥品系（種）農試品保4號（70W04）及山藥臺農1號（Tainung No. 1）、中熟型山藥品系臺東地方種（70W03）及早熟型山藥品系埔里地方種（70R01）之種薯，其中70W04、Tainung No. 1及70W03爲白肉類山藥，而70R01爲紅肉類山藥。

二、方　法：

植株特性調查：於1992年9月在臺中本所農場山藥試驗田調查參試山藥4品系之葉長、葉寬、葉脈數、柄長及節間長度、葉柄及莖蔓之顏色、形狀及有無翼狀物、開花情形以及有無零餘子，此外另調查各品系間之成熟度及塊莖肉色。每品系調查20株，4重複。

催芽試驗：取用1993年一月採收之70W04及 Tainung No. 1之70g 薯塊爲材料，上覆濕砂約2cm，於同年二月在室溫下、塑膠筒內及生長箱中進行三種處理之萌芽試驗。室溫下利用無洞籃子盛放材料。塑膠筒之大小爲長×寬×高等於100×50×60（cm），頂端覆蓋透明塑膠布，以保持溫度及濕度之穩定。生長箱內日夜溫度設定25°C，RH 爲80%。每處理每品系之薯塊數爲10粒，重複4次。每週調查二次，調查項目爲萌芽率及發芽芽長。

不同栽培年度對山藥塊莖性狀及產量之影響：於1990、1991及1992連續三年在臺中本所農場進行，取用70W04、70W03、70R01及 Tainung No. 1 之70g 薯塊，種植行株距爲100×30cm，每一品系三行植，行長4m，試驗設計爲 RCBD，三重複。肥料用量爲牛糞有機肥5,000kg/ha，及化學肥料硫銨430kg/ha、過磷酸鈣330kg/ha 及氯化鉀150kg/ha，牛糞肥之施用有提高山藥產量之優點[2,7]。1/3量硫銨與全量之牛糞、磷肥及鉀肥於整地混施土中，供作基肥，另兩次氮肥量施於萌芽後2及4個月。試驗區畦面在種植前先覆蓋銀黑色塑膠布，先依株距打洞再種植。調查項目爲田間成活率、塊莖長度、寬度、厚度及長寬比、單株薯粒及薯重，以及公頃產量。

不同栽培地區對山藥塊莖性狀及產量之影響：於1992年在臺中本所農場、桃園區農業改良場新屋本場及花蓮區農業改良場吉安本場進行。除桃園場只取用70W04及 Tainung No. 1 外，餘皆取用上述四種山藥之種薯爲材料。種植與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目悉如前項。

不同海拔對山藥塊莖性狀與產量之影響：於1990年在埔里台糖副產廠農場（600m）及1992年在本所羅娜種原圃（800m）進行，取用上述四種山藥之種薯。種植與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目亦如前項。

不同採收期及不同栽培方式對70W04品系塊莖生育性狀與產量之影響：於1992年4月在臺中本所農場進行，種植方式分爲一般及塑膠穴管（天溝）[1,8]兩種，其他悉如前項。自當年8月起至12月止，每月隨機取樣調查15株，重複三次。天溝爲半圓形，長1m，周長20cm，上方開口約3cm寬，管兩側距前端約20cm處各打洞6個，洞徑1.2cm，洞距5cm，其內先裝填牛糞：砂：田土＝1：1：1之混合介質，再於前端種植薯塊。

第二年生山藥品系70W04塊莖生育性狀與產量之調查：於1991年在臺中本所農場種植70W04約200m²，第1年採收100m²，剩下之植株進行宿根栽培，第二年時重新施肥，管理方式及施肥量如前。自第二年8月份起至12月止，每月隨機取樣調查15株，重複三次。

一般成分分析[6]：水份以普通常壓乾燥法定量。脂肪乃利用 Soxhlet 裝備以石油醚萃取求得之粗脂肪質表之。粗蛋白質之測定採用 semi－micro Kjeldahl 方法，經分解、蒸餾及滴定等步驟計算出總氮量，再換算成粗蛋白質，所乘之係數爲6.25。粗纖維測定乃樣品經弱酸、弱鹼及酒精處理後，經灰化後失去之重量即爲粗纖維。灰分測定乃樣品在600°C燃燒去盡有機物，留下之絕大部分無機物即爲灰分。NFE 值爲100減去含水率、粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維及灰分之餘值，其內除含少量有機酸外，大部分爲碳水化合物。礦物元素含量測定乃樣品加入三酸混合液即 HNO_3：$HClO_4$：H_2SO_4＝4：1：1（v/v），靜置後加熱分解，另或加入1N HCl 靜置24小時並過濾，之後皆定量成50ml，並以焰光分析法分析 K，以原子吸光法測 Ca、S、Mg、Fe、Mn、Cu 及 Zn，以鉬黃法測P。

加工品質之檢定：黏度以100g 去皮山藥加3.5倍水後，以果汁機打1分鐘，利用Brookfield viscometer 測定10分鐘。顏色變化測定乃利用日本 Tokyo Denshoku 公司出品之Color Difference Meter（Model TC—6FX）色差儀測山藥塊莖肉色之 L、a、b 值變化，L值愈大表示愈亮愈白，a值爲正值表示趨於紅色，負值表示趨於綠色，b值爲正值表示趨於黃色，負值表示趨於藍色。上述成分與品質分析過程中每處理皆隨機取樣適當量，3～4重複，調查分析後再以平均值表示之，同時進行變方分析，及利用 LSD法比較平均值差異之顯著性。

官能品評：取用上述四種山藥之塊莖，經蒸煮30分鐘後，進行肉質風味、質地及顏色之品評，品評標準如下：5～4爲優、4～3略優、3～2中等、2～1略差及1～0差共五級，品嚐者年齡層分爲20～30歲、30～40歲、40～50歲及60歲以上共四級，人數各6人，男女各半。品評結果以平均值表示。

結果與討論

由本所共60個山藥種原中篩選得到70W04、70W03、70R01及山藥臺農1號等四種材料，此4品系均具高產質優之潛力，值得開發。惟此4品系在植株性狀、田間萌芽率、成活率、塊莖形狀、色澤、產量與品質等方面仍有許多不同。就塊莖肉色區分，除了70R01屬於紅肉山藥系統外，其餘皆屬於白肉山藥系統。由田間觀察與歷年品系比較結果可知，於每年4月份種植山藥後，70R01於10月份地上部蔓葉即已枯黃掉落，可即採收，生育期約6個月，屬於早熟型山藥品系。70W03可於11月份採收，生育期約7個月，屬於中熟型山藥品系。70W04及山藥臺農1號則須於12月份或翌年元月份採收，生育期約8個月或9個月，屬於晚熟型山藥品系（種）。就植株性狀調查結果可知，70R01幼株莖蔓爲紫紅色，成株具綠色莖蔓，方形，有時呈螺旋狀，有4稜翼，翼紫色或淡紫色，幼葉紫紅色，成熟葉綠色，葉柄紫色，基部有紫色翼，塊莖肉色爲紫紅色，70R01具有典型紫田薯（*Dioscorea alata* L. var. *purpurea* M. Pouch.）[9,10]之特性。70W03具綠色莖蔓，方形，多數呈螺旋狀，4稜翼紫色，葉及葉柄綠色，亦具翼，紫色或淡綠色，塊莖肉部白色。70W04具綠色莖蔓，方形或圓形，多數呈螺旋狀，4稜翼淡綠色，葉及葉柄綠色，柄具淡紫色翼或無翼，塊莖肉部白色。山藥臺農1號亦具綠色莖蔓，螺旋方形，蔓翼淡綠色，葉綠色，葉柄綠色，基部有淡綠色翼，塊莖肉部白色，山藥臺農1號具有典型田薯（*D. alata* L.）[9,10]之特性，70W03及70W04二品系則與 *D. alata* 之特性較近。此外，上述4品系於全生育期不見開花，且葉腋間亦不生零餘子。

參試4品系之葉形近似，但以山藥臺農1號及70W03之葉最長且最大，70W04及70R01較短較小。70R01之葉寬6.12cm顯著低於山藥臺農1號之8.86cm，其他二品系之葉寬則介於其中。葉面上主脈數各品系同爲7條，支脈數在70R01爲2條，70W04及山藥臺農1號爲2或4條，70W03則爲2、4或7條。4品系之葉柄長度介於 5.72～8.96cm 間，差異不顯著，節間長度則以山藥臺農1號之 13.72cm 最高，以

70R01之7.30cm 最小（表1）。

表1. 山藥品系間植株葉部、葉柄及節間性狀之比較

Table 1. Comparison on the characteristics of leaf, petiole and internode among four yam genotypes

Genotype	Leaf			Petiole length (cm)	Internode length (cm)
	Length (cm)	Width (cm)	Venation (No.)		
70W04	9.88 b*	7.64 ab	7 a	6.68 a	11.52 ab
70W03	11.50 ab	7.88 ab	7 a	6.84 a	7.54 b
70R01	10.00 b	6.12 b	7 a	5.72 a	7.30 b
Tainung No. 1	12.52 a	8.86 a	7 a	8.96 a	13.72 a

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

以採收後一個月之70g 薯塊為材料，比較70W04及山藥臺農1號在1993年二月份之室溫下、塑膠筒內及生長箱中萌芽率之差異。由試驗結果可知，70W04在室溫下（Ck）30天之萌芽率為25%，顯著高於山藥臺農1號之5%。在室溫中塑膠筒內70W04之萌芽率亦較山藥臺農1號為優，前者在10天、20天及30天三期之萌芽率分別為75%、80%及96%，皆明顯高於山藥臺農1號之33%、43%及70%。在25°C恆溫之生長箱中，二種山藥在前15天內皆未萌芽，70W04在25及30天時萌芽率達96及100%，分別顯著高於山藥臺農1號之60及80%（表2）。

表2. 山藥塊莖萌芽率之比較

Table 2. Comparison on sprouting rates (%) of two yam genotypes

Genotype	Room temp. (plastic tank)			25°C (growth chamber)			Room temp. (CK)	
	10	20	30(day)	15	25	0 (day)	15	30(day)
	%							
70W04	75 a*	80 a	96 a	0	96 a	100 a	0	25 a
Tainung No. 1	33 b	43 b	70 b	0	60 b	80 b	0	5 b

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% levle by the LSD test.

綜合表2結果可知，參試山藥雖同屬晚熟品系（種），但70W04之發芽比率及發芽速率皆優於山藥臺農1號，且利用塑膠筒之催芽效果不差於25°C恆溫箱者，前者在30天內之發芽率雖低於後者，但其芽長可達10cm，明顯較高於後者之0.2cm。

臺中地區不同栽培年度對山藥塊莖性狀及產量之影響結果列如表3。1990年70W04塊莖之長度達24.8cm，與其他品系之差異顯著。其寬度 6.4cm 及厚度 5.4cm 雖與山藥臺農1號相當，但皆明顯小於70W03及70R01。其長寬比值3.88因此較其他品系為大。70W04每株莖之平均粒數為2.4粒，較少於山藥臺農 1 號，惟其每株塊莖收量及田間成活率甚高，公頃產量可達 31.07 t/ha，雖低於山藥臺農 1 號之35.7t/ha，但差異不顯著，且皆明顯高於70W03及70R01。紅肉之70R01之田間成活率最低，只78.2%，導致其公頃產量甚至較70W03為低（表3）。

表3. 臺中地區不同栽培年度對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 3. Effect of different cultivation years on the characteristics and yield of tuber among four yam genotypes at Taichung area

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	L/W	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
				A. 1990				
70W04	24.8 a*	6.4 b	5.4 b	3.88 a	2.4 b	932 ab	100.0 a	31.07 ab
70W03	15.9 b	11.1 ab	6.4 ab	1.43 b	2.3 b	790 b	96.7 a	25.46 b
70R01	15.6 b	12.2 a	7.5 a	1.28 b	1.2 c	861 b	78.2 b	22.44 b
Tainung No. 1	16.2 b	7.4 b	5.6 b	2.19 b	3.2 a	1,071 a	100.0 a	35.70 a
				B. 1991				
70W04	22.4 a	8.6 c	5.8 b	2.61 a	1.6 b	1,064 a	94.5 ab	33.52 a
70W03	19.5 ab	9.0 bc	6.3 b	2.17 ab	3.0 a	970 a	100.0 a	32.33 a
70R01	13.2 b	10.8 a	6.4 b	1.22 b	1.3 b	812 b	89.3 b	24.17 b
Tainung No. 1	14.6 b	9.7 b	8.6 a	1.51 b	2.8 ab	964 a	97.6 a	31.36 a

* Means followed by the same letter within the column of each year are not significantly different at 5 % level by the LSD test.

1991年70W04之塊莖亦表現最高長寬比值（2.61）之特性，因其塊莖長度最大，而塊莖寬度及厚度卻最小。70W03 之塊莖長度亦不小，塊莖寬度及厚度則偏低，故其塊莖之長寬比值 2.17 只略低於70W04，而顯著高於70R01及山藥臺農1號 。70R01塊莖之長度與寬度較爲接近 ，長寬比值爲1.22。70W04單株塊莖收量高達1,064g，單株粒數1.6粒，田間成活率爲94.5%，其公頃產量居所有參試山藥品系之冠，達33.52t/ha。70W03及山藥臺農1號之單株塊莖收量亦不低，依次爲970g 及964g，雖略低於70W04，但因其等之田間成活率略高於後者，故三品系在公頃產量間之差異不顯著。70R01之單株粒數仍然最低，只1.3粒，其單株塊莖收量較低於1990年，但田間成活率高出11.1%，故公頃產量較1990年爲高，惟仍顯著低於70W04等山藥品系（表3）。

1992年70W04在臺中地區塊莖性狀之表現與前二年略同，其長寬比值爲3.59，顯著較其他山藥品系爲高，主因仍在於具甚高之塊莖長度（22.78cm），及偏低之寬度，其厚度亦甚小。70W03、70R01及山藥臺農1號在塊莖長度上並無顯著差異，惟70R01之塊莖寬度及厚度較爲偏低，此三品系之長寬比值介於1.32～2.26間，差異不顯著，但遠低於70W04。在單株平均粒數方面以山藥臺農1號之3.1粒居首，而以70W03之1.0粒最低。70W04及山藥臺農1號在單株塊莖收量、田間成活率及公頃產量三方面之表現甚佳，公頃產量依次爲 32.43t/ha 及 31.60t/ha，兩品系由1990至1992三年間在臺中地區之產量表現皆甚高而穩定，70W03 及 70R01 之產量表現則較不穩定，後二品系在1992年之產量各爲 16.43 及 6.53t/ha，主因在於單株收量偏低，此外，紅肉之70R01品系尚有田間成活率不高之缺點（表4）。

表4. 不同栽培地區對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 4. Effect of various locations on the characteristics and yield of tuber among different yam genotypes

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	L/W	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
				A. Taichung area (1992)				
70W04	22.78 a*	6.34 b	3.86 b	3.59 a	2.0 b	973 a	100.0 a	32.43 a
70W03	13.01 b	9.88 a	6.36 ab	1.32 b	1.0 b	493 bc	100.0 a	16.43 b
70R01	12.02 b	5.31 b	3.90 b	2.26 b	1.3 b	350 c	56.0 b	6.53 c
Tainung No. 1	13.23 b	8.38 ab	6.81 a	1.58 b	3.1 a	948 a	100.0 a	31.60 a
				B. Tauyean area (1992)				
70W04	25.70 a	9.40 a	7.30 b	2.73 a	2.8 a	991 a	100.0 a	33.03 a
Tainung No. 1	18.50 b	10.10 a	9.30 a	1.83 b	2.5 a	974 a	100.0 a	32.47 a
				C. Hualien area (1992)				
70W04	28.53 a	10.17 a	5.83 b	2.81 a	1.3 c	910 b	91.1 ab	27.63 b
70W03	21.93 ab	8.17 a	5.43 b	2.68 ab	2.3 a	855 b	92.2 ab	26.28 b
70R01	16.35 b	11.27 a	7.50 ab	1.45 c	1.8 b	1,150 a	75.6 b	28.98 b
Tainung No. 1	15.63 b	10.13 a	8.80 a	1.54 bc	2.3 a	1,066 a	97.8 a	34.75 a

* Means followed by the same letter within the column of each location are not significantly different at 5% level by the LSD test.

1992年70W04在其他二地區（桃園場及花蓮場）塊莖性狀之表現與臺中相似，同具有甚高之塊莖長度及甚大之長寬比值等特性。其在桃園場之產量33.03t/ha高於山藥臺農1號，而在花蓮場之田間成活率則略低，而致其公頃產量只爲27.63t/ha。山藥臺農1號則反之，其公頃產量在此二地區都相當高，花蓮區產量高達34.75t/ha，桃園區爲32.47t/ha。70R01在花蓮區之單株塊莖收量高達1,150g，雖其田間成活率只爲75.6%，仍有29t/ha之生產潛力。70W03在花蓮之產量達26.28t/ha，較臺中1992年之產量爲高（表4）。

綜合表3及表4之結果可知，在1990至1992三個栽培年度及臺中、桃園與花蓮三個地方，晚熟型山藥品系70W04及山藥臺農1號之平均公頃產量依次爲31.54及33.18t/ha，可歸類爲高產山藥品系，中熟型山藥品系70W03之平均產量爲25.13t/ha，早熟型山藥品系70R01爲20.53t/ha（後二者未參加桃園地區試驗）。70W04在桃園之產量高於山藥臺農1號，惟在花蓮則顯著低於後者，此外，70W03及70R01在臺中地區之產量皆低於70W04，而在花蓮則有26t／ha之生產力，與70W04產量間之差異不顯著，是否有適地性問題，值得進一步深入探討。

不同海拔對四種參試山藥塊莖性狀與產量之影響結果列如表5。70W04之塊莖長度在600m 海拔之埔里試區仍高出其他山藥品系甚多，山藥臺農1號則反之，塊莖長度最小。紅色品系70R01之塊莖長度雖不高，卻具有最大的寬度（10.92cm）。在塊莖厚度方面以70R01及山藥臺農1號之表現較優於70W04及70W03。70W04塊莖之長寬比值3.34明顯較高於其他山藥品系。在單株塊莖平均收量方面，1990年埔里地區以70W03之表現最佳，惟由於70W03之田間成活率只爲6.7%，導致其產量奇差，只爲1.49t/ha。70W04雖只具次高之單株塊莖收量及田間成活率，其產量15.55t/ha卻因之而高居首位。山藥臺農1號之單株收量392g 雖然最低，但因具最高之田間成活率，故產量之表現亦不差，僅次於70W04。在1992年羅娜地區之比較結果則以紅肉之70R01表現最佳，在塊莖性狀方面，70R01具有

最大之塊莖寬度及厚度，由其長寬比值1.36可知，其塊莖形狀較接近扁圓形。70R01單株塊莖收量爲593g，公頃產量爲13.72t/ha，同屬羅娜地區1992年參試山藥品系中表現最佳者。70W04之單株塊莖收量雖不差，但田間成活率則偏低，影響其產量不小（表5）。海拔所形成之環境變化[12]對參試山藥塊莖產量之影響甚大，對白肉山藥三品系之影響尤甚，海拔愈高三白肉山藥品系之產量愈低。三品系中以 70W04 之表現較佳，而 70W03 在 600m 埔里地區之產量太低，可能肇因人工除草失誤之故。70R01在800m 羅娜地區仍有13.7t/ha 之生產潛力，高於其他三種白肉品系。

表5. 不同海拔對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 5. Effect of different altitudes on the characteristics and yield of tuber among four yam genotypes

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	L/W	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
				A. 600m (Puli, 1990)				
70W04	20.97 a*	6.28 b	3.14 c	3.34 a	1.5 bc	538 ab	86.7 b	15.55 a
70W03	14.24 b	7.14 b	5.36 b	1.99 b	2.0 ab	667 a	6.7 c	1.49 c
70R01	14.59 b	10.92 a	6.87 a	1.34 b	1.2 c	428 b	86.7 b	12.37 b
Tainung No. 1	11.92 b	6.19 b	6.40 ab	1.93 b	2.3 a	392 b	100.0 a	13.07 b
				B. 800m (Lona, 1992)				
70W04	20.07 a	7.06 b	3.19 c	2.84 a	1.9 a	510 ab	63.8 a	10.85 b
70W03	16.65 b	8.41 b	4.50 b	1.98 b	1.7 ab	431 b	70.5 a	10.13 b
70R01	15.29 b	11.24 a	7.02 a	1.36 b	1.1 b	593 a	69.4 a	13.72 a
Tainung No. 1	13.25 b	6.47 b	6.79 ab	2.05 ab	1.9 a	449 b	69.3 a	10.37 b

* Means followed by the same letter within the column of each altitude are not significantly different at 5% level by the LSD test.

不同採收期及不同栽培方式對70W04品系塊莖生育性狀與產量之影響結果列如表6。70W04品系於1992年4月份種植，栽培方式分成一般及塑膠穴管（天溝）兩種。經過4個月（即當年8月）的田間生長後，新塊莖即開始成形，並持續進行塊莖之充實、整形及膨大過程。於田間利用一般方式栽培生長4、5、6、7及8個月時，70W04單株塊莖收量依次分別爲145、191、633、805及980g，其單株塊莖粒數介於1.7～2.3粒間，塊莖長度介於15.6～28.5cm間，塊莖寬度介於3.0～6.8cm間，塊莖厚度介於26.3～67.0mm 間，塊莖公頃產量介於4.83～32.67t/ha 間。栽培方式改爲穴管種植時，70W04在生長4～8個月間之單株塊莖收量介於87～827g 間，除了第5個月穴管之245g 較高外，其他皆以一般栽培法較高。穴管之單株塊莖粒數始終維持1粒。而其塊莖長度除了第4個月小於一般栽培法外，自第5個月起即超越後者，於第8個月時超長達10.7cm。在塊莖寬度方面則以穴管者略小，惟差異並不顯著。在塊莖厚度方面，穴管者自第6個月起即較低，在第8個月時相差幾達25mm。在塊莖公頃產量方面，除了第5個月穴管之產量較高外，餘皆以一般栽培方式者較高，惟就薯形之整齊程度及薯皮之光滑程度、田間採收之省工程度、以及採收破損率而言，穴管栽培之70W04都佔絕對優勢，其第8個月時之產量可達27.6t/ha，亦達高產標準，且破損率爲0，遠非一般方式之35%所可比擬[1,8]（圖1），深具參考利用價值。一般種植方式在第 6個月時產量可達21.1t/ha，第7個月達26.8t/ha，第8個月爲32.7t/ha，可依市場需求及價格來決定70W04之採收時期。利用穴管栽培70W04，須有7個月之生長時期，才有近20t／ha之產量(表6)。

A

B

圖1. 栽培方式對山藥品系70W04塊莖形狀之影響. A：一般方式，B：塑膠穴管

Fig. 1. Effect of different planting methods on the tuber shape of yam line 70W04.
A: normal method, B: plastic pipe method.

表6. 不同採收期及不同栽培方式對山藥70W04塊莖生育性狀與產量之影響

Table 6. Effects of diffrernt harvest dates and planting methods (normal or plastic pipe) on the characteristics and yield of yam line 70W04

Growth month	Planting method	Weight (g/pl)	Number (No/pl)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
4	Normal	145 a*	1.7 a	15.6 a	3.0 a	26.3 a	4.83 a
	Pipe	87 b	1.0 b	12.4 b	2.3 a	25.9 a	2.90 b
5	Normal	191 b	1.7 a	15.8 b	3.6 a	27.5 b	6.37 b
	Pipe	245 a	1.0 b	24.5 a	2.8 a	32.8 a	8.17 a
6	Normal	633 a	2.3 a	26.3 a	4.8 a	41.4 a	21.02 a
	Pipe	377 b	1.0 b	26.4 a	5.2 a	38.6 a	12.57 b
7	Normal	805 a	2.3 a	26.0 b	5.4 a	48.3 a	26.83 a
	Pipe	595 b	1.0 b	32.6 a	5.0 a	39.9 b	19.83 b
8	Normal	980 a	2.3 a	28.5 b	6.8 a	67.0 a	32.67 a
	Pipe	827 b	1.0 b	39.2 a	6.0 a	42.1 b	27.57 b

* Means followed by the same letter within the column of each growth month are not significantly different at 5% level by the LSD test.

70W04經宿根再栽培一年，由第16個月開始至20個月分五次採收，其單株塊莖收量及塊莖公頃產量以第20個月者較佳，依次各爲 1,084g/plant 及 36.13t/ha，惟若與第8個月之採收結果比較，其間之差異似乎不大。故就70W04而言，若於每年4月種植，於12月時即可採收，生育期約8個月（表7）。

表7. 第二年生山藥品系70W04塊莖生育性狀與產量之比較

Table 7. Comparison on the characteristics and yield of 70W04 tubers during the second year of cultivation

Growth month	Weight (g/pl)	Number (No/pl)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
16	263 c*	2.5 a	15.8 c	3.6 c	27.3 b	8.77 c
17	294 c	3.0 a	22.0 bc	4.0 bc	40.6 ab	9.80 c
18	645 b	3.0 a	26.0 b	4.4 bc	48.2 ab	21.50 b
19	835 b	3.0 a	31.5 ab	5.5 b	48.6 ab	27.83 b
20	1,084 a	3.5 a	35.0 a	7.1 a	53.1 a	36.13 a

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

綜合比較臺中地區三個栽培年度（1990～1992）之採收結果可知，70W04及山藥臺農1號之單株塊莖收量及塊莖公頃產量皆遠高於70W03及70R01。70W04及山藥臺農1號之平均公頃產量各爲32.34 t/ha 及32.89t/ha，明顯較70W03之24.74t/ha及70R01之17.71t/ha爲高。70W04塊莖之皮重比率爲10.5%，明顯較其他山藥爲低，其皮部含水量76.9%略低於70W03及山藥臺農1號，而較70R01爲高。70W04塊莖肉部比重達89.5%，明顯較其他三品系爲高，其肉部含水率72.1%則較70W03爲低，而與70R01及山藥臺農1號間之差異不顯著。相較於山藥臺農1號之塊莖，70W04之皮較薄，肉較厚，惟因其肉部含水率及塊莖公頃產量略低於山藥臺農1號，故其塊莖乾肉公頃產量8.08t/ha 略低於山藥臺農1號之8.10t/ha，其間之差異不顯著，但二品系之乾肉產量皆明顯高於70W03及70R01（表8）。

表8. 山藥塊莖皮部與肉部鮮重比率及乾肉產量之比較

Table 8. Comparison on the partition ratios of fresh weight between skin and flesh of tuber and yield of dried tuber meat among four yam genotypes

Genotype	Tuber skin		Tuber flesh		Tuber** yield (t/ha)	Yield of dried tuber meat (t/ha)
	Weight (%)	H_2O (%)	Weight (%)	H_2O (%)		
70W04	10.5 b*	76.9 ab	89.5 a	72.1 b	32.34 ab	8.08 a
70W03	14.0 a	79.8 a	86.0 b	77.4 a	24.74 bc	4.81 b
70R01	13.7 a	71.4 b	86.3 b	68.7 b	17.71 c	4.78 b
Tainung No. 1	13.0 ab	78.8 ab	87.0 b	71.7 b	32.89 a	8.10 a

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

**Mean yield of tuber was calculated from three years of cultivation (1990~1992) at Taichung area.

四種參試山藥塊莖乾肉一般成分之比較結果列如表9。70W04塊莖肉質部分經70°C烘乾24小時後，其乾肉尚含水分11.71%，只略低於70W03之11.78%，而明顯高於70R01及山藥臺農1號。其蛋白質含量爲13.32%，較70R01之14.58%爲低，但高於70W03之10.06%及山藥臺農1號之12.26%。70W04之脂肪含量爲0.75%，與山藥臺農1號之0.73%相當，但顯著低於70R01，而高於70W03。在粗纖維及灰分含量方面，70W04明顯低於70W03及70R01，但與山藥臺農1號間則無顯著差異。在無氮抽出物（NFE）方面，則參試山藥品系間之差異不明顯。由上述結果可知，紅肉品系70R01含最高量之蛋白質，在三種白肉山藥品系中則以70W04之蛋白質含量最高，由於一般山藥之澱粉含量不低[14]，由表中之 NFE 值推測，70W04之澱粉含量亦屬不低（表9）。

表9. 山藥塊莖乾肉一般成分比較

Table 9. Comparison on the gross composition of dried tuber meat among four yam genotypes

Genotype	H_2O	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	NFE**
			— % —			
70W04	11.71 ab*	13.32 b	0.75 b	1.50 c	2.91 c	69.81 a
70W03	11.78 a	10.06 c	0.58 b	2.34 a	4.20 a	71.04 a
70R01	11.08 c	14.58 a	0.93 a	2.30 ab	4.10 ab	67.01 a
Tainung No. 1	11.46 bc	12.26 b	0.73 b	1.98 b	3.06 bc	70.51 a

* Means followed by the same letter within the column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

**NFE=nitrogen free extract.

在塊莖乾肉礦物元素含量之比較方面，70R01含 P 量最高，達203mg/100g，70W04、70W03及山藥臺農1號含 P 量間之差異不顯著。70W04之含 K 量與70W03近似，但都明顯低於70R01及山藥臺農1號，山藥臺農1號含 K 量高達1,826mg/100g。在 Ca含量方面以70R01及山藥臺農1號明顯較高於70W04及70W03。70W04則含最高量之 S，爲128mg/100g，顯著高於70W03、70R01及山藥臺農1號。70W04之 Mg 含量 60.7mg/100g 只略高於70W03及山藥臺農 1 號，但三者皆明顯低於70R01之72.8mg/100g。四種參試山藥在 Fe、Mn、Cu 及 Zn 四種微量元素之含量都偏低，其中 70R01 含 Fe 量較高，Cu 含量則偏低。山藥臺農 1 號爲含 Mn 及 Zn 略高之山藥品種，惟其量亦不高(表10)。

表10. 山藥塊莖乾肉礦物元素含量比較

Table 10. Comparison on the element contents of dried tuber flesh among four yam genotypes

Genotype	P	K	Ca	S	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	mg/100 g								
70W04	187 b*	1,391 c	31.6 bc	128 a	60.7 b	4.1 b	0	0.8 ab	1.2 b
70W03	190 b	1,507 bc	26.7 c	112 c	56.4 b	2.0 c	0	0.8 ab	1.3 b
70R01	203 a	1,660 b	70.2 ab	110 c	72.8 a	6.0 a	0	0.5 b	1.4 b
Tainung No. 1	118 c	1,826 a	74.8 a	115 bc	58.0 b	3.1 bc	0.5	0.9 a	2.1 a

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

山藥塊莖肉質部分之顏色變化及褐化時間之調查結果列如表11。經過48小時後70W04及山藥臺農1號之 L 值（亮度）呈下降趨勢，而70W03及70R01則反之，呈上升現象。平均之 L 值以70W03之78.98最高，次爲70W04之76.76及山藥臺農 1 號之71.61，而70R01之46.18則明顯偏低。四種品系以70R01之平均a值10.42最高，表示其肉色偏紅，其他三品系間之平均a值皆爲負值。70W04、70W03及山藥臺農1號三者之 b 值較大，70R01之 b 值3.25則較低，表示其肉色偏向藍色。四品系之塊莖在削皮後10分鐘內即呈明顯顏色褐變者爲70R01，其他三品系於30分內未見顏色褐變情形（表11）。

表11. 山藥塊莖肉質部分之顏色變化及褐化時間

Table 11. Colour changes and browning time of tuber flesh among four yam genotypes

Genotype	Determine interval (hr)	Colour change L	Colour change a	Colour change b	Browning (min)
70W04	0	79.48	−5.70	10.03	
	24	75.98	−5.28	12.31	
	48	74.81	−4.72	16.19	
	Average	76.76	−5.23	12.84	>30
70W03	0	70.20	−5.66	10.06	
	24	83.19	−4.33	12.47	
	48	83.54	−3.04	13.52	
	Average	78.98	−4.34	12.02	>30
70R01	0	40.12	12.80	−2.81	
	24	47.83	11.70	3.53	
	48	50.60	6.75	9.04	
	Average	46.18	10.42	3.25	<10
Tainung No. 1	0	75.25	−5.52	9.83	
	24	70.32	0.58	9.88	
	48	69.27	2.17	10.72	
	Average	71.61	−0.92	10.14	>30

四種山藥品系塊莖肉質部分之粘度變化結果列如表12。在48小時內粘度呈上升趨勢的有70W04及70W03，70R01呈驟降現象，山藥臺農1號則較爲穩定。48小時至72小時間70W04、70W03及山藥臺農1號皆呈下降趨勢，而70R01不降反升。比較削皮後三天內平均粘度之大小，以70W04之189 centipoises 最高，其次爲 70R01 及山藥臺農 1 號，70W03 之平均粘度爲 41centipoises，只約爲70W04之22%，粘度甚低（表12）。

表12. 山藥塊莖肉質部分之粘度比較

Table 12. Comparison on viscosity of tuber flesh within 72 hours of peeling off the skin among four yam genotypes

Genotype	Determine interval (hr)	Viscosity (centipoise)
70W04	0	147
	24	210
	48	230
	72	168
	Average	189
70W03	0	41
	24	43
	48	44
	72	34
	Average	41
70R01	0	486
	24	47
	48	34
	72	90
	Average	164
Tainung No. 1	0	158
	24	155
	48	177
	72	156
	Average	162

官能品評結果如圖2所示，70W04在肉質風味方面居參試山藥之冠，其質地雖略差於70R01，與山藥臺農1號近似，但較70W03爲優，在肉質色澤方面亦較優於其他參試品系（圖2）。

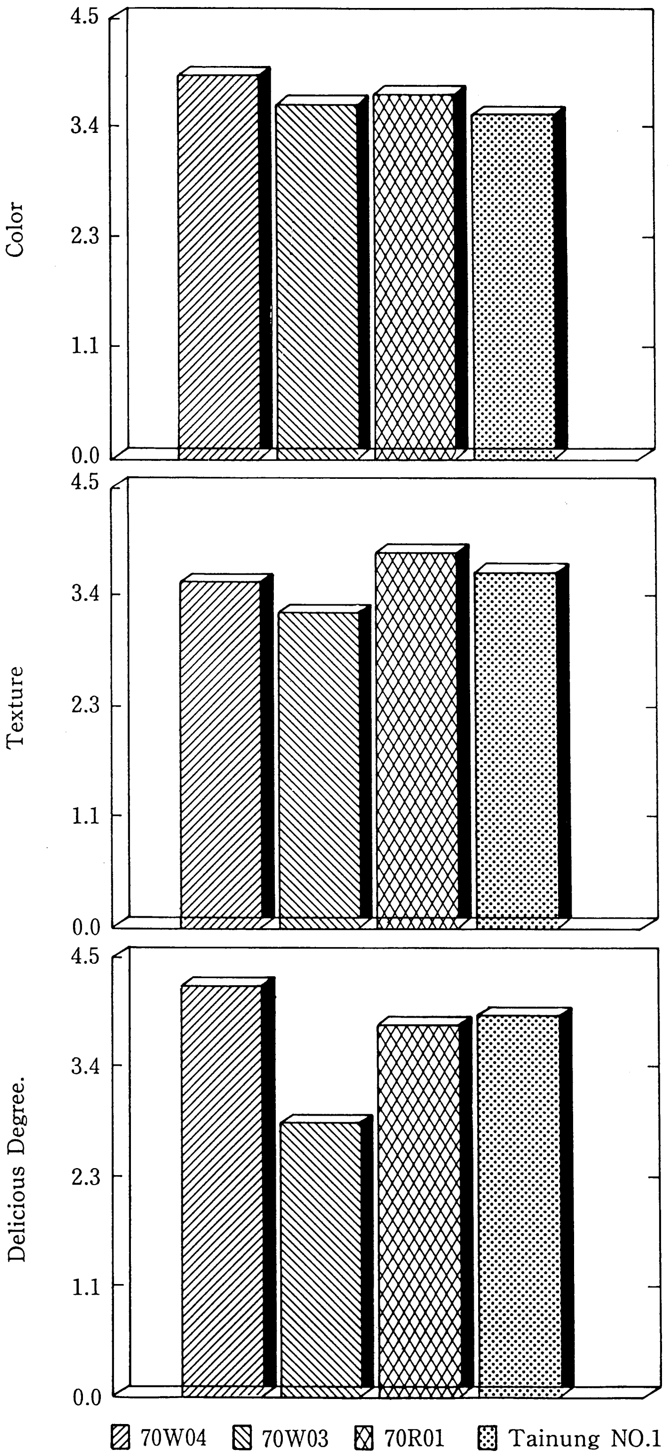


圖2. 山藥品系塊莖肉部風味、質地與顏色之品評比較

Fig. 2. Comparison of oral test on delicious degree, texture, and color among four yam genotypes.

誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會補助經費（81食品會報3—1），謹致謝意。

引用文獻

1. 山藥促銷與編輯小組。1993。山藥之利用與栽培。臺灣省農業試驗所及花蓮區農業改良場編印。臺中縣及花蓮縣。
2. 王昭月、賴永昌、譚增偉、劉新裕。1992。山藥之生產促進及省工栽培研究。中華農業研究 41：43—52。
3. 行政院衛生署中藥典範編輯委員會。1985。山藥。中華民國中藥典範第一輯。pp：577—579及660—664。
4. 那琦、甘偉松、楊榮季。1978。臺灣產藥材之生藥學研究（IV）臺灣產零餘子之生藥學研究。中國醫藥學院研究年報 9：330—375。
5. 林俊清。1986。山藥。新編生藥學（第I集）。高雄醫學院出版。高雄市。pp：116—123。
6. 畜產試驗所。1987。飼料化驗分析技術手册。臺灣省畜產試驗所編印。
7. 張進益.1988。山藥。經濟植物集。豐年社出版。pp：44—49。
8. 彭德昌。1988。利用塑膠管栽培長形山藥。豐年社出版。豐年 38：49—52。
9. 劉棠瑞、黃增泉。1962。臺灣之薯蕷屬植物。Botanical Bulletin of Academia Sinica 第三卷。臺北市。
10. 劉棠瑞、黃增泉.1978。*Dioscoreaceae* 薯蕷科。Flora of Taiwan。pp：100—109。
11. 劉新裕。1989。千里達山藥之生產能力與品質分析研究。中華農業研究 38：312—325。
12. 劉新裕、呂秀英、王昭月、賴永昌。1990。環境因子對山藥生產與產量之影響。中華農業研究 39：287—296。
13. 劉新裕、王昭月、徐原田、段中漢。1992。山藥臺農1號之育成。中華農業研究 41：140—158。
14. Bradbury, J. H. and W. D. Holloway. 1988. Chemistry of Tropical Root Crops. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. pp：27—98.
15. Onwueme, I. C. 1978. Origin, Classification, and growth cycle of the yam plant. The Tropical Tuber Crops. Pitman Press, New York. pp：3—16.
16. Tindall, H. D.1983. *Dioscoreaceae.* Vegetable in the Tropics. Macmillan Press, London. pp: 201—224.
17. Yamaguchi, M.1983. Yam. World Vegetable. AVI publishing company, U. S. A. pp: 139—147.

Studies on the Selection, Cultivation, and Quality of Yam (*Dioscorea alata* L.) Line 70W04[1]

Sin-Yie Liu[2], Jau-Yueh Wang[3], Li-Mei Son[2] and Chieh-Chih Kao[2]

Summary

Taxonomically, yam line 70W04 is suggested to be under *Dioscorea alata* L. although its identification has yet to be determined. It possesses similar botanical characteristics of yam cultivar Tainung No. 1, a typical *Dioscorea alata* L. Both have a growth duration of 8 to 9 months, and belong to the late maturity class of yam. Field studies were conducted to investigate the agronomic and yield performance of these two genotypes along with two other yam lines, 70W03 and 70R01. Experimental results obtained from three consecutive years of cultivation at Taichung area and one year at three different locations indicated that both 70W04 and Tainung No. 1 exhibited high and stable yield potential with average tuber yield over 31 t/ha. The two genotypes also had a much better performance in field survival rate and mean tuber yield per plant as compared to other entries. Cultivation at high altitude showed detrimental effect on the yield performance of yam. The yields of 70W04, 70W03, and Tainung No. 1 at Lona (altitude 800 m) were only 10.9，10.1, and 10.4t/ha, respectively, whereas 70R01 had a yield of 13.7t/ha. Harvest of line 70W04 at 6, 7, and 8 months after planting resulted in tuber yield of 21.1, 26.8, and 32.7t/ha, respectively. In other words, harvest could be done starting from the 6th month after planting to meet the market demand and the need of a certain rotation system. By cultivating line 70W04 in plastic pipes for 8 months, a yield of 27.6 t/ha was obtained. Although the yield was lower than that from normal cultivation, this method was still strongly recommended because the produced tubers were uniform in shape with high appearance quality. There was no mechanical damage to the tubers during the process of harvest. Yam line 70W04 possesses many superior characteristics such as thin skin, thick flesh with high quality texture, high viscosity, and high contents of protein (13.3%), starch, and many mineral elements. It is suitable for table use, processing and making foods for healthy purposes.

Key words : Yam (*Dioscorea alata* L.), Yield, Quality, Plastic-pipe culture.

---

1. Contribution No. 1676 from Taiwan Agricultural Research Institute. This project was support in part by a grant from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.

2. Respectively, senior agronomist, project assistant, and project assistant, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

3. Research assistant, Office of Plant Germplasm, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, R.O.C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(3)：280～291（1993）

山藥不同品系間之變異性研究[1]

王昭月[2]、劉新裕[3]、宋麗梅[3]、高介志[3]

摘要：由本所1991年山藥品系產量比較試驗中，篩選七種高產質優而性狀互異之山藥品系，進行初步品系間變異性研究，其中四種白肉山藥爲山藥臺農1號、70W02、70W04與81W06，三種紅肉山藥爲80R04、70R09及70R01。此七品系除了塊莖顏色分成紅白兩類外，在植物特徵及電泳分析上分別具有不少之差異性。

依據田間植物特徵之調查結果可知，山藥臺農1號具有典型田薯（*Dioscorea alata* L.）之特性，而70R01及70R09則具備典型紫田薯（*D. alata* L. var. *purpurea*（Roxb.）M. Pouch.）之特性。另外三種白肉山藥之特性較接近於田薯，而另一紅肉品系80R04則近似紫田薯。

根據同功異構酶電泳分析結果可知，就過氧化酶（PRX）而言，屬於 *D. alata*及*D. alata* var. *purpurea* 之山藥品系在 Rf＝0.2處具有相同條帶，而 *D. esculenta*（Lour.）Burk. 在 Rf＝0.2 及 Rf＝0.28 處各具一條帶。就草醯乙酸轉胺酶（GOT）而言，同屬於 *D. alata* 之70W04 較山藥臺農 1 號在 Rf＝0.45 處多一條帶。此二品系共同在Rf＝0.2及0.6有條帶，而同屬於 *D. alata* var. *purpurea* 之70R01及80R04則在 Rf＝0.17及0.63處有條帶，前後互異。

七品系之田間成熟度似與塊莖顏色有關，屬於 *D. alata* var. *purpurea* 之紅肉三品系較具早熟趨勢，而 *D. alata* 四品系則趨向晚熟。此外，屬於 *D. alata* 之白肉四品系具有較高單株塊莖收量、田間成活率及塊莖公頃產量之特點，其塊莖粘度較大，且顏色不易褐變。而 *D. alata* var. *purpurea* 之三品系則具較高蛋白質與澱粉含量之傾向。

關鍵詞：山藥、遺傳變異、同功異構酶、塊莖品質。

山藥爲薯蕷科（*Dioscoreaceae*）薯蕷屬（*Dioscorea*）之多年生蔓性植物，在全世界至少有600種，中國大陸約有65種，劉棠瑞等人（1962）謂本屬植物在本省有15種及4變種[2]，而那琦等人（1978）認爲應在30種以上[1]。山藥種原中最具生產力的爲 *D. alata* L.、*D. cayenensis* Lam.、*D. esculenta*（Lour.）Burk. 及 *D. rotundata*（L.）Poir. 等種[18]，國內則以田薯或紫田薯（*D. alata* L.或*D. alata* var. *purpurea* Burk.）、黃藥（*D. bulbifera* L.）、基隆山藥（*D. japonica* Thunb. var. *pseudojaponica*（Hay.）Yamam.）及恒春山藥（*D. doryophora* Hance）爲主。本省第一個山藥推廣品種山藥臺農1號即爲*D. alata*之優良品種[3]。本所山藥之研究始自1960年，至今種原蒐集總數共60品系，就塊莖肉部顏色區分，其中40品系屬於白肉山藥系統，20品系爲紅肉山藥系統；另就塊莖形狀區分，有長形白薯8品系、短形白薯32品系、長形紅薯1品系、短形紅薯19品系。短形白薯及紅薯之形狀差異甚大，有圓形、橢圓形、瓶子狀、掌狀、掃帚形及其他不規則形。由於山藥植株各部位之形狀與顏色之變異很大，爲了鑑定各品系間之血緣關係，以加強種原之利用效益，除了應加強田間植株性狀與產量之調查比較外，在實驗室內進行品質比較分析，及生化鑑定如同功異構酶之電泳分析等，應屬必要措施。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1677 號。
2. 本所作物種原室助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農藝系研究員、約僱助理、約聘助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

同功異構酶“isozyme”係由 Markert 和 Moller 於1959年首先提出，意指具有相似或相同之受質專一性（substrate specificity），但分子型態（molecular form）不同的一群酵素而言[11]，係生物體在演化過程中爲因應生存環境的適應方式之一。其之形成可能基於下列原因：㈠由於多胜肽（polypeptide）的序列改變，產生蛋白質二、三及四級結構之改變。㈡由於酵素的次級單位（subunit）之構造改變，如二元體（dimeric）或四元體（tetrameric）等。㈢由於多胜肽轉譯作用（translation）發生改變，形成形態同功異構酶（conformational isozyme）或聚合同功異構酶（aggregational isozyme）。同功異構酶存在於不同物種間及生物個體內，具有種間、組織部位及發育時期之特異性[13,15]。利用同功異構酶電荷及分子形狀與大小之差異，以電泳方式（electrophoresis）使這群酵素在電場中展現不同的移動速率，再將電泳分離後的膠體（resolving gel），置於某一特殊受質（染劑）中，使膠體上的酵素呈色，形成不同的條帶（bands），即可得到不同物種組織之特定同功異構酶電泳圖譜（或稱酶譜），供進一步分析利用。

同功異構酶在農業上的應用日漸廣泛。由於同功異構酶是基因的產物，且具有共顯性（codominance），可直接作爲品種與種子之純度與特性等之鑑定工具，在農業上具有下列多方面之利用意義，如㈠作爲原生種原、物種親源或血緣關係之證明：Van Tuyl等人（1986）利用過氧化酶（PRX）可簡易且正確的判別百合種間什交種之血緣關係[17]。Hauagge（1987）等人則以 PGI（phosphoglucoisomerase）及 PGM（phosphoglucomutase）將76個杏仁栽培種區分成40群（class），並溯源獲知，這些栽培種乃源自1900年 Texas Prolific 的後裔[8,9]。㈡鑑別栽培品種或新育成品種：Degani 和 Blumenfeld（1986）利用 SKDH（shikimate dehydrogenase）、PRX 及 PGI 等同功異構酶的分析，用以辨識枇杷的栽培種[7]。Kobayashi等（1987）利用火鶴花葉子之 PRX、PGI 及 MDH（malate dehydrogenase）的同功異構酶，測定分析其栽培種[10]。此外，Parfitt 及 Arulsekar（1989）也藉由葡萄葉子之 PGI 及 PGM 在等酵素的測定，將145個栽培種區分成52個族群（groups）[12]。㈢種子品質或純度鑑定：Tanksley等(1983)在蕃茄種子純度檢測上，應用 Alcohol dehydrogenase（ADH）的測定，結果與田間檢查結果相同，更具節省人力及時間的效用[16]。Arus 等人（1982）在十字花科蔬菜（花椰菜及甘藍）利用 PGM 及 PGI 的酵素測定，同樣可測得種子純度[4]。㈣組織培養培植體或多倍體的鑑定：Colby 及 Peirce（1988）在蘆筍花藥組織培養上，藉由 PRX（PER）同功異構酶的測定，可將單倍體與雙倍體區分出來，較傳統的後裔性別或配子型鑑定更具時效及意義[6]。Quiros 及 McHale（1985）在馬鈴薯上也可藉由 PRX 區分2倍體與4倍體[14]。㈤同功異構酶標示特殊育種性狀：某些抗病、抗蟲或耐逆境的基因可藉由同功異構酶的測定，而快速的被選拔或檢測出來[5]。

本所現有山藥種原之植物特性變異性甚大，本研究將藉助電泳同功異構酶之分析，配合植株農藝性狀、產量與品質之調查，確定部分山藥種原間血緣之親疏關係，供山藥育種、栽培與生產利用之參考。

材料與方法

一、材　料

本研究取用白肉山藥四品系（種），即山藥臺農1號、70W02、70W04及81W06，以及紅肉山藥三品系，即70R01、70R09及80R04，共七品系。它們係由1991年本所山藥品系產量比較試驗中挑選而得，同具高產及品質優異之特點，惟七品系之植株與薯型間均具差異性。

二、方　法

㈠山藥品系間性狀、產量及品質之差異性比較：

於1992年4月在臺中本所農場進行，取用參試七品系之種薯，種植行株距爲100×30cm，行長4m，每一品系3行植，試驗設計爲 RCBD，三重複。肥料用量爲牛糞有機肥5,000kg/ha

，及化學肥料硫銨430kg/ha、過磷酸鈣330kg/ha與氯化鉀150kg/ha。1/3量硫銨與全量之牛糞、磷肥及鉀肥於整地時混施土中，供作基肥，另兩次氮肥量施於萌芽後2及4個月。試驗區畦面在種植前先覆蓋銀黑色塑膠布，先依株距打洞再種植。生育期間悉依山藥臺農1號管理方式進行，並適時進行炭疽病等病害之防治工作[3]。

於試驗進入9月時，調查七品系之植株地上部特徵，如莖蔓、葉及葉柄之形狀及顏色，有無稜線或翼狀物、葉長、葉寬、主脈及支脈數、葉柄及節間長度等，每品系逢機調查20株，三重複。由9月至12月調查七品系之田間成熟度。於12月底同時採收，並進行塊莖性狀與產量調查，調查項目爲田間成活率、單株塊莖粒數、重量、長度、寬度、厚度及產量。每品系調查15株，三重複。採收後於實驗室進行山藥品系塊莖皮部與肉部鮮重比率調查。取用塊莖肉部進行粘度及色度測定，並於烘乾後打粉，供進行粗蛋白質及澱粉之測定。測定方法如下：黏度以100g去皮山藥加3.5倍水後，以果汁機打1分鐘，利用 Brookfield viscometer 測定10分鐘。顏色變化測定乃利用日本 Tokyo Denshoku 公司出品之 Color Difference Meter（Model TC-6FX）色差儀，測定山藥塊莖肉色之 L、a、b 值變化。蛋白質之測定採用 semi-micro Kjeldahl 法，經分解、蒸餾及滴定後，計算出總氮量，再換算成粗蛋白質，所乘之係數爲6.25。澱粉之測定採用 HCl 酸水解法，以 Somogyi 法測定葡萄糖含量，再換算成澱粉，所乘之常數爲0.925。上述分析過程中每處理皆隨機取樣，3—4重複，調查分析後再以平均值表示之，同時進行變方分析，並利用 LSD 法比較平均值差異之顯著性。

㈡山藥品系同功異構酶之分析：

取用70W02、70W04與山藥臺農1號三白肉山藥品系，及70R01、70R09與80R04三種紅肉品系爲材料，進行同功異構酶之分析工作，另以 *D. esculenta* 爲電泳分析之比較標示種。

1. 樣品備置：

秤取0.5g山藥塊莖上的嫩芽或植株葉片，加入少許 PVP 及 1ml 之萃取緩衝液（0.1M Tris-HCl pH7.5，0.002% β-Mercapto ethanol，25% glycerol，6%PVP-40，0.05% Triton-100及0.03mM EDTA）磨成均質後，經三次離心（14,000rpm，15分鐘），做爲同功異構酶分析之樣品。

2. 電泳備置：

電泳的設備是以 Bio-Rad 直立式平板電泳裝置，膠體爲10cm×7.2cm×0.7mm之7.5%聚丙烯醯胺（polyacrylamide）（3M Tris-HCl，pH8.9）的分析膠體（resolving gel）及3.1%聚丙烯醯胺的堆積膠體（stacking gel, 0.5M Tris-HCl, pH6.7）。將 15μl 之樣品點樣後，加入追蹤染劑（Bromophenol Blue 0.2mg 溶於50%甘油 v/v 中），並進行電泳分析。開始時電源固定爲 8mA，待跑完 stacking gel 後，電流調到12mA，待追蹤染劑之標記線到達膠體底部時，關掉電源，即可進行酵素活性染色。

3. 酵素活性染色：

以下之酵素活性染色係採 Tanksley 及 Orton 氏（1983）之方法[16]。

⑴過氧化酵素（Peroxidase, PRX）活性之染色：

將膠體加入反應溶液，即0.15g O-Dianisidine, 0.09g β-Naphthol, 60ml acetone 及30 ml peroxidase buffer（1M Tris-HOAC pH4），加水到300ml，於黑暗中放置30分鐘，後加入反應基質（3ml H_2O_2），經呈色後倒出反應溶液，使停止呈色。

⑵酯酶（Esterase, EST）活性之染色：

將膠體加入反應溶液，即100mg Fast Blue RR salt, 40ml H_2O, 10ml 0.2M Na_2HPO_4（pH8.8），50ml 0.2M NaH_2PO_4（pH4.6）及20mg α-Naphthyl acetate, 放置於37°C黑

暗中，經7—8小時呈色。

(3)草醯乙酸轉胺酶（Glutamate oxaloacetate transaminase, GOT）活性之染色：

將膠禮加入反應溶液，即 A 液：100mg α-Ketoglutaric acid, 200mg aspartic acid, 100ml 0.1M Tris-HCl（pH8.5），及 B 液：10mg pyridoxal-5-phosphate，150mg Fast Blue BB salt，A 液與 B 液於使用前混合，放置於黑暗中使呈色20分鐘。

(4)酸性磷酸酶（Acid phosphatase, APS）活性之染色：

將膠體加入反應溶液，即100ml 0.2M Na-acetate buffer（pH4.0), 1ml 0.1M $MgCl_2$, 10mg Fast Garnet GBC salt 及 10mg α-naphthyl acid phosphate, 於黑暗中經7～8小時呈色。

結果與討論

一、植株特徵之比較：

本研究取用之七種山藥品系在塊莖肉部之顏色方面分成紅白兩類，山藥臺農1號、70W02、70W04及81W06四品系同屬於白肉山藥，70R01、70R09及80R04三品系則爲紅肉山藥。在其他植株特徵之比較方面，七品系呈現下列或多或少之差異現象：山藥臺農1號具綠色莖蔓，方形螺旋狀，蔓有4稜翼，淡綠色，葉及葉柄綠色，葉柄基部有淡綠色翼。70W04具綠色莖蔓，方形或圓形，多數呈螺旋狀，4稜翼淡綠色，葉及葉柄綠色，葉柄具淡紫色翼或無翼。70W02具綠色莖蔓，方形，少數螺旋狀，4稜翼淡紫色或紫色，少數淡綠色，葉及葉柄綠色或綠帶紫色，基部有翼，翼紫色、淡紫色或淡綠色。81W06具綠色莖蔓，螺旋方形，蔓有4稜翼，紫色或淡綠色，葉及葉柄綠色，少數綠中帶紫色，葉柄基部有翼，淡綠色，偶爲淡紫色或綠紫色。80R04具綠色莖蔓，方形，少數圓形，螺旋狀，有紫色、淡綠色或綠帶紫色翼，少數無翼，葉及葉柄綠色、紫色或綠帶紫色，柄有翼或無翼，翼紫色或淡綠色。70R09具綠色莖蔓，方形有翼，翼紫紅色，葉及葉柄綠色，柄有紫紅色翼。70R01幼株莖蔓爲紫紅色，成株莖蔓綠色，方形，偶而呈螺旋狀，有4稜紫紅色翼，幼葉紫紅色，成熟葉綠色，葉柄紫色，基部有紫色翼。

根據劉棠瑞及黃增泉之報告[2]指出，薯蕷屬植物之莖蔓及葉柄有稜翼或四稜線，葉對生，其中稜翼、葉柄及葉顏色淡綠，且擔根體白色的爲 *D. alata*。稜翼、葉柄基部及近擔根體之嫩葉帶紫色，擔根體外皮及肉紫紅色的爲 *D. alata* var. *purpurea*。莖蔓及葉柄既無稜翼亦無稜線者爲其他山藥之species。

綜合上述七品系之植物特徵可知，山藥臺農1號之莖蔓及葉柄具淡綠色4稜翼，葉對生，其塊莖（擔根體）圓球形至長圓形，肉色白，應屬於 *Dioscorea alata* 之品種。70R01及70R09之莖蔓及葉柄具紫紅色4稜翼，葉對生，其塊莖肉色紫紅，應屬於 *D. alata* var. *purpurea* 之品系。在白肉山藥中，70W04之莖蔓雖亦具淡綠色4稜翼，但葉柄之稜翼爲淡紫色，甚或無稜翼；70W02莖蔓及葉柄之4稜翼則爲淡紫色、紫色或淡綠色；81W06莖蔓4稜翼爲紫色、淡紫色或淡綠色，而葉柄之多數稜翼爲淡綠色，偶爲淡紫色或綠紫色。上述三種白肉品系之血緣近似 *D. alata*，惟有或多或少之變異。在紅肉山藥中80R04莖蔓4稜翼色紫、淡綠色或綠帶紫色，雖近似 *D. alata* var.*purpurea* 之特徵，但亦具差異性。這些差異現象或可利用電泳分析加以區分鑑別。

參試山藥七品系在葉長、葉寬、主脈數及葉柄長度四方面之差異皆未達顯著水準。七品系葉長介於8.78～12.52cm間，以山藥臺農1號之葉片較長，70W02及70R09較短。葉寬介於6.12～8.86cm間，亦以山藥臺農1號較大，70R01較小。七品系中除了80R04外，主脈數同爲7條，80R04多數爲 7 條，少數則爲 8 條或 9 條，支脈數在70R01及70R09同爲 2 條，81W06爲2或3條，山藥臺農1號、70W04及70W02爲 2 或 4 條，80R04則有 2 、 3 或 4 條之別。葉柄長度介於5.28～8.96cm間，以山藥臺農1

號之葉柄較長，70R09 較短。在節間長度方面，亦以山藥臺農 1 號最長，達16cm，除了與70W04之12.8cm 及 81W06 之 12.2cm 差異不顯著外，明顯較其他品系爲長，節間長度最小的爲 70W02，只5.7cm（表1）。

表1. 山藥品系間植株葉部、葉柄及節間性狀之比較

Table 1. Comparison on the characteristics of leaf, petiole and internode among seven yam genotypes

Genotype	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Leaf Venation (No.)	Petiole length (cm)	Internode length (cm)
Tainung No. 1	12.52 a*	8.86 a	7 a	8.96 a	16.04 a
70W02	8.78 a	6.22 a	7 a	6.18 a	5.72 c
70W04	9.88 a	7.64 a	7 a	6.68 a	12.80 ab
81W06	10.06 a	7.90 a	7 a	5.72 a	12.20 ab
80R04	10.50 a	8.12 a	7 a(8,9)	6.86 a	10.26 bc
70R09	8.80 a	6.54 a	7 a	5.28 a	9.66 bc
70R01	10.00 a	6.12 a	7 a	5.72 a	9.28 bc

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

上述 7 品系（種）在全生育期只有81W06及70W02會開花。此外，只有81W06及80R04二品系於葉腋間有零餘子之生成。

二、同功異構酶之分析：

在山藥葉片之同功異構酶分析方面，參試山藥4品系之葉片經四種同功異構酶之分析結果如下。除過氧化酶（PRX）有明顯條帶（band）出現外，其餘如酯酶（EST）、草醯乙酸轉胺酶（GOT）及酸性磷酸酶（APS）均無明顯條帶可供鑑別。比較4品系葉片中 PRX 之活性可知，無論是白肉山藥之山藥臺農1號及70W02，或是紅肉山藥之70R01及70R09，在 Rf=0.2 處均有相同的一條 band，而另一對照標示種，源自非洲之 *Dioscorea esculenta*，則在 Rf=0.2 及 Rf=0.28 處各有一條 band（圖1）。

在山藥初萌芽體之同功異構酶分析方面，由過氧化酶（PRX）、酯酶（EST）、草醯乙酸轉胺酶（GOT）及酸性磷酸酶（APS）等四種同功異構酶之分析結果可知，只有草醯乙酸轉胺酶（GOT）具有明顯條帶差異（圖2）。其中白肉之山藥臺農 1 號具有 4 個條帶，分別在 Rf 0.2、0.5、0.6 及 0.73處各有1個條帶；70W04有5個條帶，其位置在 Rf 0.2、0.45、0.5、0.6 及 0.73。紅肉山藥70R01之4個條帶分別位於 Rf 0.17、0.5、0.63 及 0.73；80R04也有4個條帶，分別位於 Rf 0.17、0.5、0.63 及 0.73（圖2）。

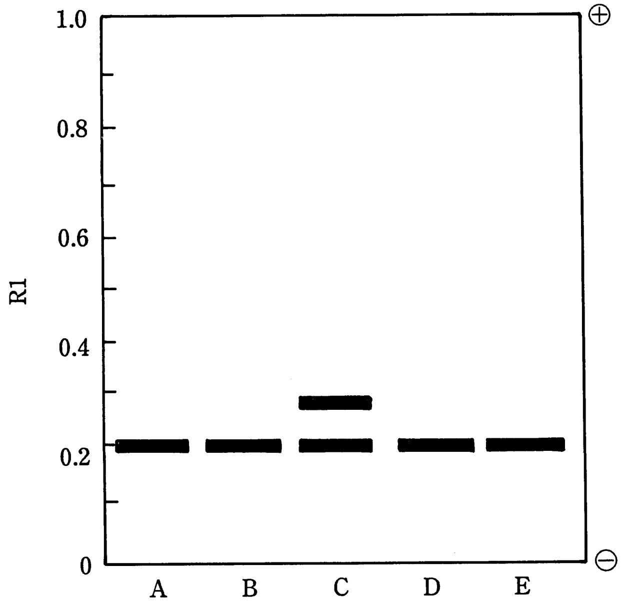


圖1. 不同山藥種原葉片之過氧化酶 (PRX) 圖譜. A：Tainung NO. 1, B：70W02, C：*D. esculenta,* D：70R09, 及 E：70R01.

Fig. 1. Isozyme patterns of peroxidase (PRX) obtained for leaves of different yam genotypes. A：Tainung NO. 1, B：70W02, C：*D. esculenta,* D：70R09, and E：70R01.

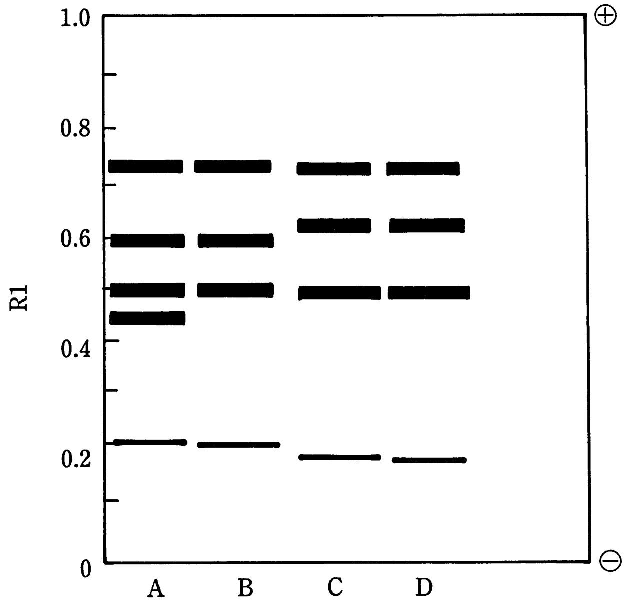


圖2. 不同山藥種原芽體之草醯乙酸轉胺酶 (GOT) 圖譜. A：70W04, B：Tainung NO. 1, C：70R01, 及 D：80R04.

Fig. 2. Isozyme patterns of glutamate oxaloacetate transminase obtained for sprouts of different yam genotypes. A：70W04, B：Tainung NO. 1, C：70R01, and D：80R04

根據同功異構酶電泳分析結果可知，與 *D. alata* 特性相同或近似之山藥臺農1號與70W02，及與 *D. alata* var. *purpurea* 特性相同之70R09與70R01在 Rf＝0.2處具有相同之過氧化酶（PRX）條帶。此四品系（種）之 PRX 圖譜在 Rf＝0.28 處則缺少如 *D. esculenta* 之條帶。由草醯乙酸轉胺酶（GOT）之分析圖譜可知，屬於或近似於 *D. alata* 之70W04與山藥臺農1號有類似之 GOT 圖譜，惟在 Rf＝0.45 處互異，70W04 有條帶，而後者則無。此二白肉山藥品系（種）與紅肉之 70R01 及 80R04有兩條相同之 GOT 條帶（Rf＝0.5及0.73），但亦有互異之條帶產生，二白肉品系在 Rf＝0.2及0.6處有條帶，而二紅肉品系則在 Rf＝0.17及0.63處。

過氧化酶應可利用於不同種間之鑑定工作，如 *D. alata* 及 *D. esculenta*。唯對於相同 species 或變種間之鑑別可能尚須修正萃取方式（Ramiret et al., 1987），藉改善解析能力，以供鑑別。草醯乙酸轉胺酶應可利用於種內或不同變種間之鑑定，因其圖譜清晰明確，可利用來鑑定本所其他山藥種原，以判別現有種原之原生來源，期更有效於進行育種工作及提升生產力。

三、成熟度之差異：

在田間成熟度之比較方面，於1991及1992年之4月份種植參試山藥後，山藥臺農1號及70W04二品系於12月份或翌年元月份其地上部蔓葉方見枯黃掉落，可進行採收，表示其全部生育期爲8個月或9個月，屬於晚熟山藥類。70W02、81W06及80R04可於11月份採收，生育期約7個月，屬於中熟山藥類。而70R01及70R09二品系早在10月份地上部即已枯萎，生育期約6個月，屬於早熟山藥類。

綜合比較參試山藥品系間之成熟度可知，屬於或近似於 *D. alata* 之白肉品系具較晚熟之傾向，而紅肉品系（*D. alata* var. *purpurea*）具較早熟之趨勢。

四、塊莖性狀與產量之比較：

採收參試山藥後，其塊莖性狀之比較結果列如表2。平均單株薯塊超過3粒的，只有山藥臺農1號之3.2粒，在2～3粒間者有70W04及70R09二品系，在2粒以下者則有80R04之1.5粒、70W02之1.3粒、70R01之1.1 粒以及 81W06 之 1.0 粒。塊莖長度以 80R04 最長，達 28.3cm，其他在20cm以上的包括81W06、70W02及70W04三品系。塊莖寬度以81W06之22.4cm最大，70R01之13.7cm次之，其他品系介於5.4～9.2cm間。塊莖厚度以70R01之70.2mm最厚，山藥臺農1號及81W06二品系次之，上述三品系間之差異不顯著，但都明顯厚於其他四品系，最薄的70W02塊莖只有41.3mm。長寬比值（L/W）超過3的包括70W04及80R04二品系，L/W值接近1的包括81W06之1.07、70R01之1.12及山藥臺農1號之1.56，其他三品系則介於其中（表2）。

表2. 七種山藥塊莖性狀之比較

Table 2. Comparison on tuber characteristics among seven yam genotypes

Genotype	Number (No./pl.)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	L/W
Tainung No. 1	3.2 a*	13.1 c	8.4 bc	67.2 a	1.56 bc
70W02	1.3 c	23.2 b	9.2 bc	41.3 c	2.52 b
70W04	2.3 b	23.1 b	6.5 bc	51.6 b	3.55 a
81W06	1.0 c	23.9 b	22.4 a	66.4 a	1.07 c
80R04	1.5 bc	28.3 a	7.8 bc	54.3 b	3.63 a
70R09	2.2 b	11.3 c	5.4 c	55.1 b	2.09 bc
70R01	1.1 c	15.3 c	13.7 b	70.2 a	1.12 c

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

參試山藥塊莖單株收量及公頃產量之比較結果列如表3。山藥臺農1號及70W04之平均單株塊莖收量最高，依次爲931g及941g，顯著高於其他品系，其次爲81W06之847g，及80R04之814g，70R01、70W02、70R09之收量最低，介於499～593g之間。山藥臺農1號單株塊莖最大收量達 1,897g，比70W04增重達487g，亦爲收量最低之70R09之2.53倍重。山藥臺農1號及70W04之田間成活率同爲100%，配合其甚高之平均單株塊莖收量，二者之塊莖公頃產量依次爲31.03t/ha及31.37t/ha，其間差異不顯著，但明顯高於其他品系。70W02及81W06之田間成活率亦不低，依次爲97.9%及96.5%，惟因81W06之平均單株收量遠高於70W02，故其公頃產量28.23t/ha顯著高於70W02之18.31t/ha。80R04之田間成活率爲85.7%，略低於70R09，亦因前者有較大之平均單株收量，故其公頃產量高出後者達10.5t/ha。70R01之田間成活率只72.5%，且因其單株收量不高，故其公頃產量與70W02及70R09同爲參試山藥中產量最低者（表3）。

表3. 山藥塊莖單株收量及公頃產量比較

Table 3. Comparison on tuber yield per plant and per hectar among seven yam genotypes

Genotype	Tuber weight		Survival (%)	Yield (t/ha)
	mean (g/pl)	max. (g/pl)		
Tainung No. 1	931 a*	1,897 a	100.0 a	31.03 ab
70W02	561 c	780 c	97.9 ab	18.31 d
70W04	941 a	1,410 ab	100.0 a	31.37 a
81W06	847 ab	1,130 bc	96.5 ab	28.23 bc
80R04	814 b	1,270 bc	85.7 b	27.13 c
70R09	499 c	750 c	86.5 b	16.63 d
70R01	593 c	860 c	72.5 c	19.77 d

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

綜合表3之結果可知，四種白肉山藥（*D. alata*）之平均單株塊莖收量、田間成活率及公頃產量之表現較優，其平均值依次爲820g、98.6%及27.24t/ha，而三種紅肉山藥（*D. alata* var. *purpurea*）依次只爲635g、81.6%及21.18t/ha。

五、塊莖組成與成分之比較：

塊莖皮部比重最大的爲70R09之17.3%及80R04之16.1%，70W02、81W06及70R01三品系之皮重約佔14%左右，皮部較薄的爲山藥臺農1號及70W04，以後者皮重最小，只約10.9%。在皮部含水率方面，除了 81W06 最少外，其餘品系介於 72.2～82.8 %間，差異不顯著。塊莖肉部比重最大的爲70W04之89.2%，及山藥臺農1號之87.4%，肉部比重最小的爲80R04及70R09二品系，其他品系約爲85%。81W06之肉部含水率最少，只62.7%，其他品系則介於68.7～72.1%間。由於81W06塊莖肉部含水率最低，雖然其田間公頃產量低於70W04及山藥臺農1號（表3），但仍具最大之公頃乾肉產量，達9.02t/ha，70W04之肉部含水率最高，惟因其肉部比重最大及公頃產量最高，故其乾肉產量居次，達7.8t/ha，此與山藥臺農1號之7.7t/ha及80R04之7.1t/ha相差不多，70W02、70R09及70R01三品系之乾肉產量則偏低，介於3.98～4.79t/ha間（表4）。

表4. 山藥品系塊莖皮部與肉部鮮重比率及乾肉產量比較

Table 4. Comparison on the partition ratios of fresh weight between skin and flesh of tuber and yield of dried tuber meat among seven yam genotypes

Genotype	Tuber skin		Tuber flesh		Yield of dried tuber meat (t/ha)
	Weight (%)	H_2O (%)	Weight (%)	H_2O (%)	
Tainung No. 1	12.57 cd*	78.84 ab	87.43 ab	71.66 a	7.69 b
70W02	14.25 bc	74.82 ab	85.75 bc	68.71 a	4.71 c
70W04	10.85 d	76.98 ab	89.15 a	72.12 a	7.80 b
81W06	14.32 bc	68.62 b	85.68 bc	62.72 b	9.02 a
80R04	16.06 ab	72.18 ab	83.94 c	68.79 a	7.11 b
70R09	17.27 a	82.80 a	82.73 c	71.06 a	3.98 c
70R01	14.81 bc	80.10 a	85.19 bc	71.53 a	4.79 c

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

綜合表4之結果可知，四種白肉山藥（*D. alata*）之平均乾肉公頃產量爲7.31t/ha，高於三種紅肉山藥（*D. alata* var. *purpurea*）之5.29t/ha約2t/ha。

在塊莖肉部乾粉中紅肉之70R01及70R09含最高量之蛋白質，依次爲13.72%及12.86%，明顯高於白肉山藥山藥臺農1號、70W02及70W04三品系，後三者蛋白質含量介於 10.85～11.65% 間，而81W06及80R04之蛋白質含量最低，只約7.72%或7.87%而已。在澱粉含量之差異方面，含量在70%以上者爲山藥臺農 1 號 74.56%、70R09 之 74.31%、70R01 之72.58%及70W04之71.43%，其次爲70W02及80R04二品系，介於62.8～67.4%間，而以81W06澱粉含量最低，只42.22%（表5）。

表5. 山藥品系塊莖肉部乾粉之蛋白質與澱粉含量比較

Table 5. Comparison on the contents of crude protein and starch among seven yam genotypes

Genotype	Protein (%, d. w.)	Starch (%, d. w.)
Tainung No. 1	11.23 b*	74.56 a
70W02	10.85 b	67.40 bc
70W04	11.65 b	71.43 ab
81W06	7.72 c	42.22 d
80R04	7.87 c	62.80 c
70R09	12.86 a	74.31 a
70R01	13.72 a	72.58 ab

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

綜合表5結果可知，屬於或近似於 *D. alata* var. *purpurea* 之三種紅肉山藥之平均蛋白質及澱粉含量依次爲11.48%及69.98%，分別高於四種白肉山藥（*D. alata*）之10.36%及63.90%。

六、加工品質之比較：

七種山藥品系塊莖肉部之粘度比較結果列如表 6 ，以70W04、70R01、山藥臺農 1 號、81W06、70W02及80R04較高，粘度値（centipoise）介於82～128之間，差異不顯著，而70R09之粘度則明顯

偏低，其粘度值18只爲 70W04 之 14% 而已，差異顯著。在顏色差異方面，L值（亮度）較高的爲70W04、70W02、81W06及山藥臺農1號，其次爲70R09，較暗色的爲80R04及70R01，三類間皆呈顯著差異。a 值最大爲80R04及70R01，表示塊莖肉色較紅，肉色亦偏紅的爲 70R09，而偏離紅色的爲70W04、山藥臺農1號、81W06及70W02。後四品系之 b 值最大，70R09及80R04次之，而以70R01最小。塊莖削皮後肉色在10分鐘內褐變者爲70R01，10～15分者爲80R04，15～30分者爲81W06，於30分內未見褐化現象者爲70W04、70W02、70R09及山藥臺農1號（表6）。

表6. 山藥品系塊莖肉部粘度、顏色及褐化時間之比較

Table 6. Comparison on viscosity, color change and Browning time after peeling off the skin among seven yam genotypes

Genotype	Viscosity (centipoise)	Colour			Browning (min)
		L	a	b	
Tainung No. 1	120 a*	75.3 ab	−4.1	9.5	>30
70W02	97 a	77.4 ab	−2.2	9.1	>30
70W04	128 a	83.1 a	−8.1	12.1	>30
81W06	108 a	75.3 ab	−2.9	9.5	15—30
80R04	82 a	48.2 c	17.0	−2.9	10—15
70R09	18 b	66.4 b	4.0	2.8	>30
70R01	122 a	47.1 c	16.7	−5.8	<10

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

綜合表6之結果可知，*D. alata* 山藥之平均粘度值爲113，較高於 *D. alata* var. *purpurea* 之74，且後者塊莖於削皮後，比前者之肉質顏色較易褐變。

誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會補助部分經費，謹此致謝。

引用文獻

1. 那 琦、甘偉松、楊榮季。1978。臺灣產藥材之生藥學研究（IV）臺灣產零餘子之生藥學研究。中國醫藥學院研究年報 9：330—375。

2. 劉棠瑞、黃增泉。1962。臺灣之薯蕷屬植物。Botanical Bulletin of Academia Sinica Vol. 3. Taiwan。

3. 劉新裕、王昭明、徐原田、段中漢。1992。山藥臺農1號之育成。中華農業研究 41：140-158。

4. Arus, P., S. D. Tanksley, T. J. Orton, and R. A. Jones. 1982. Electrophoretic variability as a tool for determing seed purity and for breeding hybrid varieties of *Brassica oleracea*. Euphytica 31：417-428.

5. Cap, G. B., P. A. Roberts, I. J. Thomason, and T. Murashige. 1991. Embryo culture of *Lycopersicon esculentum* × *L. peruvianum* hybrid genotypes possessing heatstable resistance to *Meloidogyne incognita*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116：1082-1088・

6. Colby, L. W. and L. C. Peirce. 1988. Using an isozyme marker to identify doubled haploids from anther culture of Asparagus. HortScience 23：761-763.

7. Degani, C. and A. Blumenfeld. 1986. The use of isozyme analysis for differentiation between loquat cultivars. HortScience 21：1457-1458.

8. Hauagge, R., D. E. Kester, and R. A. Asay. 1987. Isozyme variation among California almond cultivars: I. Inheritance. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 687-693.

9. Hauagge, R., D. E. Kester, S. Arulsekar, D. E. Parfitt, and L. Liu. 1987. Isozyme variation among California almond cultivars: II. Cultivar characterization and origins. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 693-698.

10. Kobayashi, R. S., J. L. Brewbaker, and H. Kamemoto. 1987. Identification of *Anthucium andraeanum* cultivars by gel electrophoresis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 164-167.

11. Markert, C. L. and F. Moller. 1959. Multiple forms of enzyme: tissue, outogenetic, and species specific patterns. Proc. N. A. S. 45 : 753-763.

12. Parfitt, D. E. and S. Arulsekar. 1989. Inheritance and isozyme diversity for PGI and PGM among grape cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 486-491.

13. Peirce, L. C. and J. L. Brewbaker. 1973. Applications of isozyme analysis in horticultural science. HortScience 8 : 17-22.

14. Quiros, C. F. and N. McHale. 1985. Genetic analysis of isozyme variants in diploid and tetraploid potatoes. Genetics 111 : 131-145.

15. Ramirez, H., A. Hussain, W. Roca, and W. Bushuk. 1987. Isozyme electrophoregrams of sixteen enzymes in five tissues of cassava (Manihot esculenta C.) varieties. Euphytica 36 : 39-48.

16. Tanksley, S. D. and T. J. Orton. 1983. Isozymes in plant genetics and breeding. part A. Elsevier Publ. Co., Amsterdam, Netherlands.

17. Van Tuyl, J. M., A. J. Van Dijk, and L. W. D. Van Raamsdonk. 1986. Identification of interspecific hybrids and determination of relationships between species in the genus Lilium by isoelectric focusing. Acta-Horticulturae 177 : 601-605.

18. Yamaguchi, M. 1983. Yam. World Vegetable. AVI publishing company. U. S. A. pp : 139-147.

Genetic and Agronomic Variation among Yam Genotypes[1]

Jau-Yueh Wang[2], Sin-Yie Liu[3], Li-Mei Son[3] and Chieh-Chih Kao[3]

Summary

A total of seven yam genotypes selected from yield trials by Taiwan Agricultural Research Institute were used to compare their genetic variability by taxonomical and electrophoretic investigation. The seven entries included four white-flesh genotypes, i. e., Tainung No. 1, 70W02, 70W04, and 81W06, and three red-flesh genotypes, i. e., 80R04, 70R09, and 70R01. Taxonomically, Tainung No. 1 is a typical *Dioscorea alata* L., and 70R01 and 70R09 are typical *D. alata* var. *purpurea*. The other three white-flesh genotypes are suggested to be under *D. alata*, whereas the red-flesh 80R04 is similar to D. *alata var. purpurea* in many of the botanical characteristics studied. Results from electrophoretic analysis indicated that both *D. alata and D. alata* var. *purpurea* had the same leaf peroxidase (PRX) isozyme banding at Rf=0.2, while *D. esculenta* had two bands at Rf=0.2 and 0.28. For sprout glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), although both 70W04 and Tainung No. 1 are classified as *D. alata* and possessed four same bands at Rf=0.2, 0.5, 0.6, and 0.73, the former had an additional GOT band at Rf=0.45. On the other hand, genotypes 70 R01 and 80R04, both are *D. alata* var. *purpurea,* had GOT bands at Rf=0.17, 0.5, 0.63, and 0.73. There was a close relationship between tuber flesh color and maturity grouping. Yam genotypes with red flesh (*D. alata* var. *purpurea*) were more early maturing than those with white flesh (*D. alata*). Furthermore, genotypes of *D. alata* performed better in the field in terms of tuber yield per plant, field survival rate and yield. Their tubers were high in viscosity and showed less browning upon storage as compared to tubers of *D. alata* var. *purpurea*. However, genotypes of *D. alata* var. *purpurea* had high protein and starch contents in the tubers.

Key words : Yam (*Dioscorea alata* var. *purpurea* M. Pouch, *D. alata* L, and *D. esculenta* (Lour.) Burk.) ,Genetic variation, Isozyme, Tuber quality.

---

1. Contribution No. 1677 from Taiwan Agricultural Research Institute. This project was support in part by a grant from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.
2. Research assistant, Office of Plant Germplasm, TAR1, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.
3. Respectively, senior agronomist, project assistant, and project assistant, Department of Agronomy, TAR1, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(3)：292～302 (1993)

加工用楊桃雜交後裔選拔[1]

王武彰　楊淑惠[2]

摘要：本試驗利用現有優良甜味種與酸味種進行正反雜交，採用人工授粉，自然受粉及混植受粉等三種方法實施，計進行19個雜交組合，所得實生後裔單株定植1,290株，培育成活984株。經二年之產量及品質分析調查，初步選得較優良實生後裔且適合楊桃果汁加工之單株有10～27和10～36等二個新品系。

關鍵詞：楊桃、育種、果汁、加工。

楊桃栽培容易、其產期長、產量又高，富於營養、清涼可口。楊桃果實除鮮食外，還可加工製罐及果汁，爲夏季高級飲料之一。因此栽培品種依其用途可分爲甜味種及酸味種兩大類。臺灣國內果汁市場，由於國民生活水準之提高，其消耗量依據陳氏(3)之統計，近年來呈大幅度之成長，因此楊桃果汁發展潛力實爲可觀。

臺灣楊桃果汁1990年年消費量依據果蔬公會(1)統計達1萬8千噸，佔全果汁市場消量之第7位，有繼續增加之趨勢。目前臺灣楊桃供製造果汁之原料品種除酸味種外，甜味種之次級品也佔極重要來源，其原因由於酸味種原料現今未能滿足製造業所需，且形成所生產成品色澤不均，風味差，且草酸含量高，影響產品品質，阻礙產業之發展，因此選育專供果汁用品種乃爲當務之急。

1965年 Knight 氏研究(8)楊桃品種間親和性，發現不同花柱型之雜交著果率較同花柱型之自交及雜交著果率爲高。1989年蔡氏(6)利用長花柱品系人工自交各有33.3～30.8%著果率，而短花柱品系只有0.7～4.0%著果率，若長花柱與短花柱相互雜交其著果率均比相同花柱爲高。又1991年王(2)氏利用二林種、蜜絲種、歪尾種混植行自然雜交，於二林種實生後裔單株中選得專供鮮食之「臺農一號」新品種。

酸味種楊桃果實製造果汁，由於醱酵期間酸度含量高較不易腐敗，所製產品風味香醇，而爲高級飲料之一。高級果汁應具備香味濃郁外，其草酸含量須低，現今臺灣產地利用製造果汁所生產之酸味種，大都由實生而來，而草酸含量均高，1987年游和王氏(4)報告，目前栽培之酸味種其草酸含量高達0.8g/100ml，風味差，建議加工用楊桃以低草酸含量，高糖度爲育種之目標。爲達此目標，本雜交組合以酸味種與甜味種進行正反交。

材料與方法

一、試驗材料：

以本分所保存之楊桃品種計有「臺農一號」「二林種」「密絲種」「歪尾種」「秤錘種」「竹葉種」「五汴頭反種」「酸味種」及民國56年園藝作物考察團由馬來西亞引進之「ML-F-7」「ML-F-8」及往年選育之優良實生單株品系「62-03」等11品種爲育種材料。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1678 號。
2. 鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員及助理　臺灣省　高雄縣　鳳山市。

二、試驗方法：

(一)由上述品種與本省之酸味品種進行正反雜交。

(二)將品種間雜交授粉，於果實成熟採收種子，播種培育後代。

(三)雜交組合中分三種，以人工授粉、自然受粉、混植受粉進行育種工作。其方法如下：

1. 人工雜交授粉：楊桃母本花蕾著生後，其花瓣將近開放前將花瓣及雄蕊花柱去除，利用紙袋套上，翌日採集父本花粉拈於母本已去雄蕊花蕾柱頭上促使雜交授粉再用紙袋套上以防止相互受粉。
2. 自然受粉：將優良父母本已開花之枝條剪下，插於盛裝培養液之瓶內，然後掛於盛花母本枝幹上，促使自然受粉，待果實著生長大成熟時，選拔懸掛父本開花枝條附近果型完整美觀之果實，採收種子播種。
3. 混植受粉：將早年保存之優良品種計有「酸味種」「臺農一號」等2品種培育種苗栽植直徑45公分之花盆內，待植株長大開花時依組合別分別放於母本已開花之樹旁，四周用80%遮光網圍起，利用自然環境行品種間相互受粉組合。

(四)行苗期之初步選拔：

各雜交組合後代經播種後培育 F_1 植株，選育生長強健之種苗行定植。

(五)雜交 F_1 實生後裔之觀察：

各組合所培育之實生苗，觀察其特性、初期產量及品質。

(六)楊桃有機酸測定方法：

1. 楊桃果實切片打汁，汁液以低溫高速離心機 12,000rpm 離心10分鐘，取上層澄清液，以0.45μm 孔隙之 Millipore Filter 過濾後，再注入高效液相層析儀中。
2. 高效液相層析儀
   (1)Varain LC 5,500。
   (2)Varain 2,510高壓幫浦。
   (3)Varain 2,550 UV檢測器。
3. 儀器操作
   (1)Column:Econosil C_{18} (10μ) 250mm×4美國 Allteck 公司出品。
   (2)Mobile phase：以去離子水配製0.01M磷酸二氫鉀溶夜（pH2.4）並加入1%甲醇，以0.45μM孔隙之 Millipore Filter 過濾。
   (3)Flow Rate:0.8ml/min
   (4)Temp.: Room Temp 25°C.
   (5)Injection Volume:10μ 1.
   (6)Detector:uv/vis 220nm.
   (7)Chart speed: 0.3cm/min.

三、調查項目：

(一)各雜交組合間授粉率、種子數。

(二)各組合所採收種子發芽率。

(三)各組合發芽之 F_1 苗移植成活情形。

(四)各雜交組合植株生育之特性。

(五)各雜交組合後裔果實形狀及產量。

(六)加工製造率及果汁風味。

試驗結果

育種材料採用本分所現有保存之楊桃品種，於1985年10月採用人工授粉、自然受粉及混植受粉等3種方法實施，待果實成熟採收種子，於1986年3、4月間播種，同年6月行假植，培育實生後裔苗，待苗高30公分左右，於1987年3月間移植田間定植培育至今，植株生育高達1公尺左右利用整株修剪方法促使提早開花結果，生育強壯植株者初步於1989開花結果，1990年各組合加強肥培管理及整枝修剪後大都已結果，1991、1992年依品質分析結果，進行不良單株之淘汰，其結果如下：

一、各雜交組合授粉率及成活狀況

(一)人工雜交授粉：

於1985年10月間實施人工授粉方法行品種間雜交，計實施10個組合，授粉2,179朶花蕾，著果347粒小果。果實成熟採收264個果實，得種子數2,025粒，經播種發芽率達77.9%。幼苗假植成活1,404株，1987年培育成活1,194株定植田間試區，按一般酸味種栽培方法行粗放式管理，其生長勢較弱者即告死亡至1990年成活331株。1991年初步開花結果有9個組合327株，果實成熟調查產量及品質分析依所得結果，獲得品質屬酸味者計有103株，同年9月2日舉行第一階段之淘汰不良單株計211株，1992年再開花結果，同年4月10日再行第二階段淘汰不良實生後裔單株94株，再次計淘汰305株，目前僅餘5個組合26株屬酸味種，結果如表1。

表1. 楊桃果汁加工品種人工雜交組合成活株數統計表

Table 1. Survival plants derived from artificial cross combination of juice processing carambola varieties.

單位：株 Unit：plant

Code No.	♀×♂ Combinations	No. of survival plants						No. of discard plants	
		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1991	1992
1	Er Lin×Suan Wey	181	141	131	112	50	13	62	37
2	Mih Sy×Suan Wey	189	107	75	66	25	0	41	25
3	62-03×Suan Wey	69	33	20	15	3	1	12	2
4	Chang Chwei× Suan Wey	209	133	107	63	14	0	49	14
5	Uai Weei×Suan Wey	51	23	15	15	6	0	9	6
6	Tainoung No. 1× Suan Wey	119	41	30	24	10	2	14	8
7	Suan Wey× Chang Chwei	46	20	15	11	5	4	6	1
10	Suan Wey× Tainoung No. 1	57	31	28	24	7	6	17	1
30	Suan Wey×ML-F-7	1	1	—	—	—	—	—	—
31	Wuu Biann Tour Faan×Suan WEY	1	1	1	1	0	0	1	0
合	計 Total	923	531	422	331	120	26	211	94

㈡自然受粉：

自然受粉8個組合，選擇懸掛父本枝條附近果型完整美觀之果實採收35個果實，得種子135粒，經播種發芽率僅爲38.2%幼苗假植成活61株，1987年定植田間51株，按人工授粉方法之管理方式經肥培管理後至1990年成活12株。1991年度初步開花結果者爲8株，各自然受粉組合所得實生單株依品質調查選優去劣屬酸味者僅1株，1991年9月2日行第一階段淘汰8株，1992年4月10日因該株風味不佳連同其餘爲甜味種行第二階段全部淘汰，詳細如表2。

表2. 楊桃果汁加工品種自然受粉組合成活株數統計表

Table 2. Survival plants derived from natural cross combination of juice processing carambola varieties.

單位：株 Unit：plant

Code No.	♀×♂ Combinations	No. of survival plants						No. of discard plants	
		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1991	1992
13	Uai Weei×Suan Wey	8	1	1	—	—	—	—	—
14	Mih Sy×Suan Wey	2	2	2	1	1	0	0	1
15	Chang Chwei× Suan Wey	11	7	6	6	1	0	5	1
16	Er Lin×Suan Wey	6	4	3	3	1	0	2	1
17	ML-F-8×Suan Wey	2	1	1	1	1	0	0	1
32	Tainoung No. 1× Suan Wey	—	—	—	—	—	—	—	—
33	62-03×Suan Wey	3	1	1	1	—	—	1	—
34	Jwu Yeh×Suan Wey	2	—	—	—	—	—	—	—
合	計 Total	34	16	14	12	4	0	8	4

㈢混植受粉

混植受粉爲行品種間相互雜交，計實施1個組合，待果實成熟採收各品種果形完整、表皮美觀之果粒，計有12個果實，採集種子126粒，經播種發芽率爲80.25，1987年定植田間45株，如同人工授粉組合方式管理至1990年成活5株。1991年度初步開花結果者爲3株，所得品質依調查結果當中屬酸味者僅餘2株，包括發育不良者於1991年9月2日行第一階段淘汰不良單株3株，1992年4月10日行第二階段淘汰不良單株1株，本組合計淘汰不良實生單株計4株，目前僅餘1株，屬酸味種，結果表3。

表3. 楊桃果汁加工品種混植受粉組合成活株數統計表

Table 3. Survival plants derived from mixed planting cross combination of juice processing carambola varieties.

單位：株 Unit：plant

Code No.	♀×♂ Combinations	No. of survival plants						No. of discard plants	
		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1991	1992
35	Suan Wey× Tainoung No. 1	27	11	9	5	2	1	3	1
合	計 Total	27	11	9	5	2	1	3	1

二、各雜交組合產量：

楊桃果汁加工品種之選育，利用三種方法實施19個雜交組合，其實生後裔單株於試區粗放式栽培管理下至1990年計培育348株，1991年度開花結果338株，依調查所得將產量低與品質屬甜味及風味差者於同年9月2日舉行第一階段之淘汰，三個組合計淘汰222株實生單株，初步保留126株，1992年度全部開花結果，品質屬酸味品系人工雜交組合有54株，混植受粉組合有2株，自然受粉組合爲零，試驗只注重酸味品系，甜味品系其產量不擬列入，合計56株，其產量經調查如下：

㈠人工雜交授粉

人工雜交授粉10個組合在粗放式栽培管理下至1990年培育331株，1991年初步結果327株其中品質屬酸味者有103株，依產量、品質調查選優去劣舉行第一階段淘汰不良與育種目標不符及風味差者單株211株，1992年保留120株，再經管理結果，其中屬酸味品系者54株，其產量調查如表4。

人工雜交授粉目前餘8個組合120株中（如表1），其後裔實生單株54株屬酸味品系者之產量，於未經疏果下，歷經2年調查結果以7～34爲最高，達26.0公斤，單果重僅爲95.3公克。次爲7—12爲25.1公斤，單果重81.7公克，再次爲1—5、1—61及10—34，爲21.3、21.7及21.2公斤，單果重分別爲56.9，66.8及93.9公克5個實生單株爲優。然若以產量，單果重配合果形以10—27及10—36爲較佳。

㈡自然受粉

自然受粉組合至1990年底計有 5 個組合12株，1991年度初步開花結果者有8株其中酸味品系者僅 1 株，但帶澀味，同年 9 月經第一階段淘汰不良實生單株 8 株餘 4 株（如表2），1992年度再經產量調查及品質分析結果，均屬甜種，不合育種之目標，以致所得資料擬不列入，全部淘汰。

㈢混植受粉

混植受粉部份計實施1個組合，實生後裔單株按人工授粉方式管理至1990年培育成活5株，1991年度開花結果者有3株，初步經產量及品質分析結果屬酸味者有3株，同年將不合育種目標、生育弱及風味差者，於同年9月舉行第一階段淘汰不良實生單株3株，餘2株（如表3），1992年度再培育開花結果，選出品質爲酸味品系者僅2株。其中35～9平均單果重小且糖度低而加以淘汰，保留35～1單株。其產量經調查結果如表5。

表4. 人工雜交授粉組合產量調查表

Table 4. Yield of artificial cross combination of juice processing carambola varieties.

Code No. of cross combinaion	Fruit weight (kg)	No. of fruits (fruit)	Single fruit weight (g)	Code No. of cross combinaion	Fruit weight (kg)	No. of fruits (fruit)	Single fruit weight (g)
				1—183	9.9	145.5	71.2
Er Lin×Suan Wey				1—194	9.1	93.0	99.3
1—3	14.2	223.0	80.2	1—195	8.9	123.0	97.5
1—5	21.3	358.0	56.7	1—196	8.4	143.0	83.1
1—6	15.9	169.0	97.5				
1—13	7.8	103.5	83.9	Mih Sy×Suan Wey			
1—31	7.6	105.0	72.7	2—56	2.0	17.0	124.2
1—35	12.3	149.0	94.0				
1—36	10.5	168.0	93.0	62×03×Suan Wey			
1—37	11.8	139.5	91.8	3—28	10.9	137.0	86.2
1—38	19.8	227.5	88.7				
1—41	1.7	25.5	83.6	Tainoung No.1×			
1—43	19.9	251.0	84.4	Suan Wey			
1—48	9.7	116.0	94.3	6—42	3.7	59.0	71.3
1—50	6.7	70.5	105.0	6—51	7.4	133.0	55.9
1—57	7.0	85.5	80.8	6—154	8.3	156.5	100.1
1—59	15.5	160.5	100.8	6—219	5.2	90.0	58.2
1—61	21.7	351.0	66.8				
1—65	7.6	119.5	68.6	Suan Wey×			
1—71	5.3	65.0	84.7	Chang Chwei			
1—77	2.3	28.5	118.0	7—12	25.1	319.5	81.7
1—85	10.6	130.5	90.9	7—13	6.7	82.0	82.2
1—106	7.6	121.5	44.4	7—34	26.0	333.5	95.3
1—109	3.3	50.0	66.3	7—52	4.8	54.0	96.1
1—117	2.9	52.0	55.0				
1—119	3.0	46.0	83.1				
1—134	19.1	311.0	61.8	Suan Wey×			
1—140	1.6	33.5	73.2	Tainoung No. 1			
1—143	7.2	106.0	67.9	10—22	17.9	196.5	94.9
1—144	1.7	23.0	83.6	10—26	6.2	60.0	114.8
1—152	6.0	100.5	70.6	10—27	14.8	128.0	148.9
1—171	2.4	43.0	55.8	10—29	4.4	52.0	108.3
1—178	11.3	162.5	80.3	10—34	21.2	241.0	93.9
1—179	6.3	71.5	97.0	10—36	18.8	208.5	97.9
1—181	1.6	21.5	81.0	10—41	20.2	230.0	95.8

註：爲1991及1992年保留酸味實生單株2年之平均值

表5. 混植受粉組合產量調查表

Table 5. Yield of artificial cross combination of juice processing carmbola varieties.

Code No. of cross combinaion	Fruit weight (kg)	No. of fruits (fruit)	Single fruit weight (g)
Suan Wey×Tainoung No. 1			
35—1	3.1	38.5	101.2
35—9	14.5	169.0	85.1

註：爲1991及1992年保留酸味實生單株2年平均值

混植受粉組合1991年度結果5株實生單株中酸味品系者只選得4株，其組合代號爲19—8、21—10、35—1及35—9，當中產量以21—10爲高，達23.1公斤，然風味帶澀。1992年度由於第一階段之淘汰餘2株中只有35—1及35—9等二個品系爲酸味種，其產量2年之平均各爲3.1公斤、14.5公斤，單果重爲101.2、85.1公克。

三、各雜交組合品質分析結果

試驗經3種不同方法進行選育工作，然因組合互異，其後代實生單株所結之果實也不同，有甜味及酸味區分，且品質風味程度不太相同，本試驗針對製造果汁優良品系之選育，以酸味種爲主，各組合之品質經分別調查不同季節夏、冬果，每次每單株各分析5粒果實所得資料再求總平均值詳情列述如下：

表6. 人工雜交組合果實品質分析表

Table 6. Fruit quality analysis derived from artificial cross combination of juice processing carambola varieties.

Code No. of cross combinaion	Fruit weight (g)	Rib thick-ness (cm)	Flesh color	Skin color	pH value	Sugar content (Brix)	Citric acid (%)	Dry weight (%)	Juice Content (cc/100g)	Sour* acid
Er Lin×Suan Wey										
1—3	80.2	1.9	黃	黃	2.3	5.7	0.5	11.1	72.0	——
1—5	56.7	1.9	黃	黃	2.2	5.3	0.5	11.7	55.0	——
1—6	97.5	2.0	淡黃	黃	2.1	5.4	0.5	11.3	65.0	—+
1—13	83.9	1.9	淡黃	黃	2.2	6.9	0.8	11.7	60.0	——
1—31	72.7	1.9	黃	橙黃	2.3	5.5	0.5	10.4	68.0	——
1—35	94.0	2.1	黃	黃	2.1	6.4	0.6	12.1	71.4	——
1—36	93.0	1.8	淡黃	黃	2.1	5.2	0.6	13.0	64.2	—
1—37	91.8	1.8	淡黃	淡黃	2.3	6.0	0.6	13.6	69.6	——
1—38	88.7	2.0	淡黃	黃	2.3	5.4	0.6	11.9	65.0	——
1—41	83.6	1.7	黃	黃	1.2	5.6	0.7	13.2	63.0	——
1—43	84.4	2.1	淡黃	米黃	2.1	5.4	0.8	9.9	60.0	——
1—48	94.3	1.9	黃	黃	2.1	5.2	0.7	11.8	70.8	——
1—50	105.0	2.0	淡黃	黃	2.1	5.8	0.5	11.1	65.7	——
1—57	80.8	2.0	黃	黃	2.3	4.8	0.6	11.1	61.1	—
1—59	100.8	1.8	黃	黃	2.1	5.3	0.6	10.4	76.7	——
1—61	66.8	1.8	淡黃	黃	2.1	4.9	0.6	12.7	46.3	—
1—65	68.6	1.9	橙黃	黃	2.1	6.0	0.6	14.4	71.5	—
1—71	84.7	1.8	白	青黃	2.0	4.2	0.6	10.2	67.0	———
1—77	118.0	1.8	淡黃	黃	2.1	3.5	0.6	11.6	50.0	—
1—85	90.9	1.8	白	黃	2.1	4.3	0.8	10.4	54.0	——
1—106	44.4	1.8	淡黃	黃	2.2	5.8	0.6	13.1	66.7	+—
1—109	66.3	1.8	淡黃	橙黃	2.3	3.7	0.4	11.6	67.0	——
1—117	55.0	1.5	白	黃	2.1	3.6	0.5	14.3	69.0	—
1—119	83.1	1.8	白	黃	2.1	4.1	0.5	11.8	70.0	——
1—134	61.8	1.9	淡黃	黃	2.2	5.7	0.6	9.2	65.0	——
1—140	73.2	1.9	淡黃	黃	2.0	3.2	0.7	9.8	61.7	——
1—143	67.9	1.8	白	黃	2.0	4.4	0.6	12.2	67.0	——
1—144	83.6	1.6	白	米黃	2.0	3.8	0.7	11.0	68.0	——
1—152	70.6	1.8	淡黃	橙黃	2.1	4.9	0.6	14.1	70.0	——
1—171	55.8	1.8	白	黃	2.0	4.0	0.7	11.3	63.0	——
1—178	80.3	1.8	黃	黃	2.1	5.7	0.6	12.1	68.3	——
1—179	97.0	1.9	黃	黃	2.2	6.6	0.6	12.4	84.0	——

1—181	81.0	1.7	白	青黃	2.0	4.4	0.7	12.9	72.4	—
1—183	71.2	1.7	淡黃	黃	2.2	5.0	0.5	10.9	52.9	——
1—194	99.3	1.8	黃	黃	2.2	5.6	0.6	11.6	65.0	——
1—195	97.5	1.9	黃	黃	2.2	6.0	0.5	10.7	80.0	——
1—196	83.1	1.7	黃	橙黃	2.1	5.3	0.5	9.8	60.0	——
Mih Sy×Suan Wey										
2—56	124.2	1.9	米黃	米黃	2.5	5.0	0.3	13.5	74.0	—
62×03×Suan Wey										
3—28	86.2	1.9	黃	黃	2.2	6.3	0.7	15.0	80.0	——
Tainoung No.1× Suan Wey										
6—42	71.3	1.8	黃	深黃	2.2	5.6	0.7	11.7	57.8	——
6—51	55.9	1.6	黃	深黃	2.2	5.0	0.6	11.0	60.0	——
6—154	100.1	1.7	淡黃	黃	3.1	4.2	0.7	12.1	76.0	——
6—219	58.2	1.5	淡黃	米黃	3.4	4.2	0.2	11.4	65.0	—＋
Suan Wey× Chang Chwei										
7—12	81.7	1.9	黃	深黃	2.2	5.5	0.6	13.3	69.4	——
7—13	82.2	1.9	淡黃	深黃	2.2	6.2	0.7	11.0	54.8	——
7—34	95.3	2.0	橙黃	橙黃	2.1	6.5	0.5	11.5	70.0	——
7—52	96.1	1.9	白	青黃	2.0	4.0	1.2	11.0	71.0	——
Suan Wey× Tainoung No. 1										
10—22	94.9	2.0	黃	橙黃	2.4	7.4	0.5	12.3	72.5	——
10—26	114.8	1.9	黃	黃	2.2	7.0	0.7	12.5	70.0	——
10—27	148.9	2.1	黃	黃	2.2	6.4	0.7	9.2	73.7	——
10—29	108.3	1.9	淡黃	黃	3.2	5.9	0.2	12.1	73.6	＋—
10—34	93.9	1.9	黃	深黃	2.1	6.1	0.6	11.0	73.8	——甘
10—36	97.9	2.1	橙黃	黃	2.2	6.8	0.7	9.3	58.0	——
10—41	95.8	1.7	淡黃	深黃	2.3	6.9	0.7	12.1	73.0	——

＊代表微酸
—代表中酸以上
＋代表介於酸，甜之間

表7. 混植受粉雜交組合果實品質分析表

Table 7. Fruit quality analysis derived from mixed planting crosscombination cambination of juice processing varieties.

Code No. of cross combinaion	Fruit weight (g)	Rib thick-ness (cm)	Flesh color	Skin color	pH value	Sugar content (Brix)	Citric acid (%)	Dry weight (%)	Juice Content (cc/100g)	Sour acid
Suan Way× Tainoung No. 1										
35—1	101.2	1.9	淡黃	深黃	2.3	6.6	0.6	13.8	64.7	——
35—9	85.1	1.9	淡黃	黃	2.3	5.2	0.5	13.0	66.7	——

＊代表微酸
—代表中酸以上
＋代表介於酸，甜之間

各雜交組合實生後裔單株開花結果後，品質經分析調查，結果各組合後裔可分爲甜味及酸味兩類，本試驗針對以加工用爲主要目標，其品質分析如表6、7，所述，當中較合乎育種目標者，人工授粉組合中較爲優良實生後裔單株本年度初步選出有機酸含量最高爲7～52，達1.15%，1～13、1～43、1～85次之，各爲0.76%，再次爲6～42爲0.73%。可溶性固形物含量以10～22，爲最高達7.4%，但是風味差。初步選出風味較爲優良之單株有10～27和10～36及等2品系。而混植受粉部份只有35～1和35～9等2個酸味品系，當中35～9其糖度較低，僅達 Brix 5.2%而淘汰。自然受粉部份均未達試驗目標擬全部淘汰。

四、維生素及草酸含量

楊桃果汁品質優劣，直接受原料果實中有機酸含量影響，現今栽培之酸味種楊桃其可滴酸含量高外，尤其草酸含量特別高，就加工果汁而言，太高之草酸促使楊桃果汁風味品質下降，所以選育低草酸，高糖度的酸味品種在提高果汁品質上是極重要。試驗依據產量、品質等2年調查選出適合育種目標之實生後裔單株加以測定，所得結果如表8。

表8. 楊桃果汁加工用優良實生新品系品質分析

Table 8. Fruit quality analysis of new selected breeding lines of juice processing carambola varieties.

Code No. of varieties	Vitamin C content mg/100ml	Titratible acid mg/100ml	pH Value	Sugar content (Brix) %	Oxalic acid content g/100ml
10—27	22.30	0.59	1.97	6.6	0.64
10—36	22.80	0.67	1.85	6.4	0.41
Suan Wey	27.10	0.72	1.76	5.4	0.83

註：每單株分析5粒果實之平均值

有機酸對楊桃果汁風味影響甚巨，供試2個實生優良單株品系與對照目前栽培酸味種果實，比較其部份成分結果如表8，酸味種楊桃的維生素C含量，依樣品各別差異而有不同，平均在27.1mg/100ml左右。（見表8）本新選育品系10～27及10～36的維生素C含量雖較低，但其糖度分別爲6.6、6.4 Brix（%），較對照組5.4 Brix（%）爲高。且其草酸含量10～27爲0.64g/100ml，10～36只有0.41g/100ml遠較對照酸味種0.83g／100ml低，上述爲初步分析結果，尙待進一步探討。

討　　論

楊桃果汁加工用品種在臺灣均以酸味種爲主，產地目前集中於彰化縣花壇鄉地區，面積達80公頃[5]左右，餘零星栽培。品種皆由實生變異，以致產量不穩，品質風味未臻理想，加上市場需求原料不足，形成利用甜味種來彌補。而甜味種之品質，風味與專供加工果汁製造之酸味種所具備條件不同，加上成本問題，而使得楊桃果汁加工發展受阻。供加工用品種之育成至今國內外從事研究者甚少，以致能供參考之資料甚爲欠缺。至於控制酸、甜特性之基因爲單一或多數，迄今尙無報告，加上現今栽培品種均由實生變異選拔而得，如欲得知，尙需進一步之研究。本試驗之人工雜交授粉組合中，所得實生後裔中經調查其品質屬甜味種者佔68.7%，半酸甜者達6.1%，酸味種達25.2%比例，此 F_1 後裔尙無法表達其遺傳基因數。

酸味種優良品系首要條件除注重產量，單果重外，則品質也佔極重要地位，試驗中初步選育之2

個實生後裔單株除果粒大，果型完美外而草酸含量比酸味種低22.9～50.6%，可溶性固形物含量較酸味種高18.5～22.2%。酸味種有機酸種類據游、王兩氏[4]研究，其含有草酸、抗壞血酸及琥珀酸等三種，其中以草酸含量最高，佔總酸量之80.8%（0.8g/100cc）。另 Charles 等[7]調查美國商業品種16種選拔品種和2種已命名之楊桃品種進行初步篩選試驗，其中3種選拔品種及2種已命名之品種顯示可利用於果汁加工，其草酸含量，僅在0.4～0.7g/100cc之間，由上述兩種調查結果，楊桃有機酸含量多寡會影響所製產品風味，而其中之草酸更造成果汁品質不佳，因此欲提升加工果汁之品質在育種上以低草酸，高糖度為選種目標，至於其他有機酸之含量及對果汁風味之影響尚待進一步之探討。

誌　　謝

本研究承蒙中正農業科學基金會及行政院農業委員會經費補助，謹此致謝。育種中承謝素韶及連麗仙等小姐協助，文成後蒙陳故主任敏祥、劉主任政道、王博士惠亮等斧正，感謝之至。

引用文獻

1. 王素梅。1992。果汁飲料市場概況。果農合作　539：42～44。
2. 王武彰。1991。楊桃「臺農一號」之育成。中華農業研究　40(4)：396～406。
3. 陳忠義。1988。我國與日本果汁市場概況。臺灣大學園藝系果汁加工技術研討會。5。
4. 游若荻。王武彰。1987。楊桃之品質成分與加工利用之研究。中華農業研究　36(2)：196～206。
5. 農林廳。1986。臺灣農業年報。
6. 蔡媜婷。1989。楊桃花粉發芽及品系間親合性之研究。國立中興大學園藝研究所碩士論文。
7. Charles, J, Wagner, J. R, William, L, Bryan, E, Berryand, J. and Knight, J. R. 1975. Carambola selection for commercial production. Proc Fla Stata Hort. Sic. 88：466～469
8. Knight, Jr, R. J. 1965. Heterostyly and pollination in carambola. Proc. Fla. State Hort. Sci. 78：375～378.

Selection of Breeding Progenies in Carambola for Processing Use[1]

Wu-Chang Wang and Shu-Hui Yang[2]

Summary

Good horticultural characters of sweet and sour carambola varieties were used as experimental materials for breeding and selection of new juice processing varieties. Crossing were conducted by means of artificial pollination, natural pollination and mixed planting pollination. Totaled 19 cross combinations were obtained and 1290 progenies seedlings were planted. There were 984 plants survival after planting. Single plants with goog horticultural characteristics derived from sexual seedlings of 2 breeding lines, namely 10～27, 10～36 and have been selected based on 2 years of yield record and quality analysis.

Key words : Carambola, Breeding, Juice, Processing.

---

1. Contribution No. 1678 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by Chiang K.S. Agricultural Foundation and Council of Agricuture of the Republic of China. Thanks are due to Miss S.S. Shier & Miss L. S. Lien for assisting breeding work and DR. M. S. Chen, Dr. C. D. Lion and Dr. H. L. Wang for correcting the manuscript.

2. Assistant researcher and assistant of Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan 830, ROC..

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(3)：303～308（1993）

印度棗柑桔葉蟎之發生及藥劑防治[1]

溫宏治　郝秀花　林正忠[2]

摘要：柑桔葉蟎（*Panonychus citri*（Mc Gregor））爲本省南部印度棗主要害蟎，全年當中除了3月至4月中旬受棗樹修枝、嫁接外均有發生，於乾旱季節（10～12月）發生最嚴重。發現其天敵有羅氏小黑瓢蟲（*Stethours loi* Sasaji）、鄭氏小黑瓢蟲（*Stethorus chengi* Sasaji）、小黑隱翅蟲（*Oligota oviformis*(Casey)）、廣島氏小黑瓢蟲（*Stethorus hiroshimai* Sasaji）、黃偽瓢蟲（*Saula japonica* Gorham）、及溫氏捕植蟎（*Amblyseius womersleyi* Schicha），其中以羅氏小黑瓢蟲及溫氏捕植蟎出現頻度較高。田間二年各測試九種殺蟎劑之防治效果，第一年以 10% Fenpropathrin EC、30% Propargite WP 及20% Benzoximate EC 防治本蟎效果優異，第二年變更部份藥劑試驗結果仍以 10% Fenpropathrin EC、30% Propargite WP 及 25% Oxythioquinox WP 效果較優異。

關鍵詞：印度棗、柑桔葉蟎、天敵、殺蟎劑。

近年來爲配合政府稻田轉作政策，印度棗於本省高、屏區之栽培面積因而增加，至目前面積大約有一千多公頃，其病蟲發生亦隨食餌寄主之增加而日益增多，因此印度棗病蟲害防治爲目前急於解決之重要課題。

民國76～77年筆者調查高屏主要印度棗產地之蟲相，發現共有6目2類，包括28種害蟲及動物，以柑桔粉介殼蟲、印度棗葉蟬、盲椿象、白斑星天牛、小白紋毒蛾及柑桔葉蟎普遍發生[4]，其中以柑桔葉蟎爲害最嚴重，由於該蟎個體細小，初期發生很難被發覺，因而疏於防治，至後期造成猖獗[5]。柑桔葉蟎屬蛛形綱（Arachnida）、蟎蜱亞綱（Acari）、蟎形目（Acariformes），葉蟎總科（Tetranychoidea）、葉蟎科（Tetranychidae）、全爪葉蟎屬（Panonychus），爲世界性分佈，主要爲害柑桔類作物[6,8,9]，於本省尚爲害其他果樹如木瓜、葡萄、梨、楊桃、桂花、香蕉等[3,7]，一般田間如連續施用藥劑防治葉蟎，容易誘發高度抗藥性之棲群[1,10,13,14]，又如濫施殺蟲劑，常常毒殺該蟎之天敵，造成蟎害之猖獗[11]，益使防治發生困難，因而影響印度棗產量和品質至鉅。在柑桔葉蟎日益防治困難下，急需加強綜合防治研究[2,6]。本試驗係探討此葉蟎棲於印度棗之週年發生消長與天敵種類，並篩選有效殺蟎劑，供防治之參考。

材料與方法

一、週年消長調查

本調查在高雄縣大社鄉印度棗園進行，從79年1月至12月，每10～15天調查一次，每次隨機調查30株，每株調查中老葉20枚，調查時記錄各齡期蟎數（包括卵、幼若蟎及成蟎）及天敵種類、數量。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1679 號。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員、助理及副研究員兼系主任。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

二、藥劑防治試驗

本試驗於屏東縣里港鄉分二年進行，每次供試藥劑有9種，第二年藥劑略有異動，藥劑種類及稀釋倍數詳如表1、2。每處理印度棗2株，重覆4次，按逢機完全區集排列。第一年於民國78年11月15日及22日噴藥，噴藥當天作施藥前調查，施藥後3天（11／25）、7天（11／29）、14天（12／5）、21天（12／12）及28天（12／19）分別調查一次。第二年於民國79年11月28日及12月5日噴藥，同樣於噴藥當天作施藥前調查，施藥後12月8日、12日、19日、26日及80年1月3日作藥效調查，調查時每株每次調查中老葉20枚，每枚用20倍放大鏡檢計算葉蟎各齡期數量。試驗結果由計算葉蟎卵、幼若蟎及成蟎之活蟎數，再利用 Henderson 方程式換算為防治率（%）。

$$防治率（\%）=〔1-（\frac{處理區施藥後蟎數 \times 對照區施藥前活蟎數}{處理區施藥前蟎數 \times 對照區施藥後活蟎數}）〕\times 100\%$$

結果與討論

一、田間發生消長

由圖1所示，柑桔葉蟎於印度棗上之發生或為害，除受3～4月中旬棗樹剪枝、嫁接影響外，應屬全年發生不息。於本省南部年中每月平均溫差較小，溫度的因素及雨量之多寡和葉蟎之發生消長均有顯著關係。5～9月平均溫度均超過27°C以上，並且正逢雨期，葉蟎包括卵、幼若蟎及成蟎之棲群密度可能受多雨影響，密度均低，10月以後氣候轉為乾旱，月平均溫差亦降至27°C以下，葉蟎棲群密度亦漸增加，於11～12月間達高峰，1～2月受低溫影響密度略為減少，3～4月中旬逢棗樹剪枝、接芽，暫停調查。

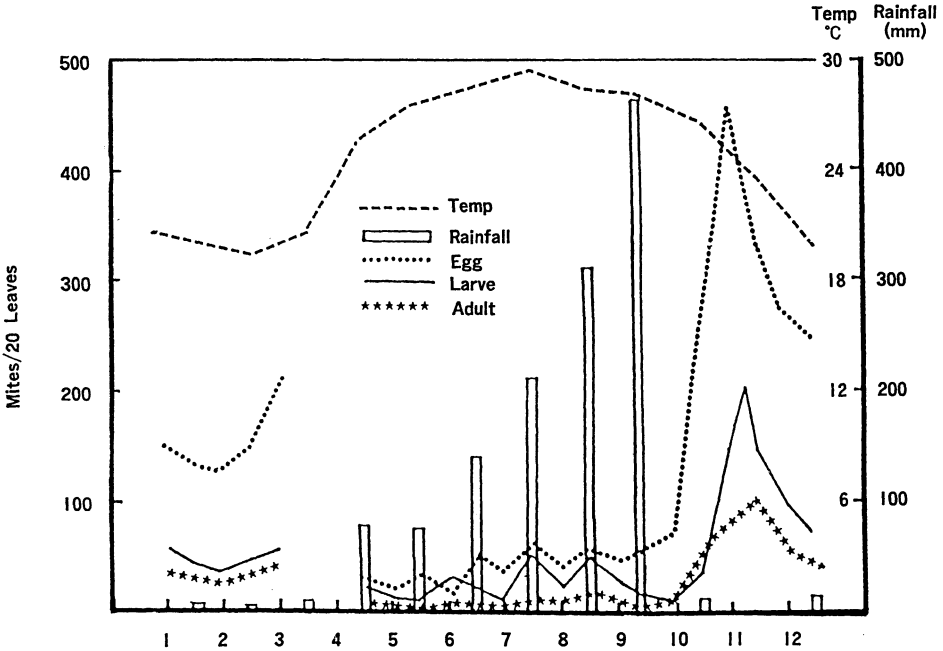


圖1. 南部地區印度棗柑桔葉蟎發生消長調查（西元1990年）

Fig. 1. Seasonal occurrence of the citrus red mite on Indian jujube in southern part of Taiwan in 1989.

二、天敵種類

於印度棗園調查柑桔葉蟎之發生消長，同時發現有六種該蟎天敵：1. 羅氏小黑瓢蟲（*Stethorus loi* Sasaji），2. 鄭氏小黑瓢蟲（*Stethorus chengi* Sasaji）、3. 廣島氏小黑瓢蟲（*Stethorus hisoshimai* Sasaji），4. 黃偽瓢蟲（*Saula japonica* Gorham），5. 小黑隱翅蟲（*Oligota oviformis* Casey），6. 溫氏捕植蟎（*Amblyseius womersleyi* Schicha）。六種天敵中以羅氏小黑瓢蟲及溫氏捕植蟎在印度棗株上出現頻度較高，二者之出現頻率如圖2。比較圖 1 結果顯示此二天敵於葉蟎高峰期較多，於葉蟎密度低期（5～8 月）則未出現。唯彼等天敵目前於田間尚無壓制葉蟎之功能。

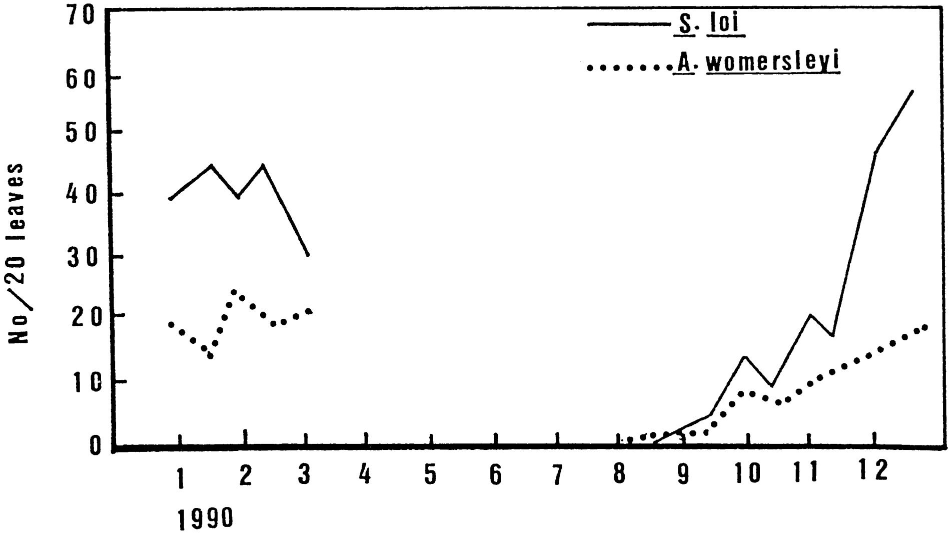


圖2. 二種印度棗柑桔葉蟎天敵發生消長調查

Fig. 2. Seasonal occurrence of two predators for citrus red mite on Indian jujube.

三、防治試驗

本試驗分二年進行，由試驗結果（表 1 和表 2）顯示各種藥劑對卵、幼若蟎及成蟎均有不同程度之防治效果，第一年供試藥劑中對卵防治較佳之藥劑有 10% Fenpropathrin EC、30% Propargite WP 及 20% Benzoximate EC，對幼、若蟎較佳藥劑有 10% Fenpropathrin EC、30% Propargite WP 及 20% Amitraz EC，對成蟎較佳藥劑有 10% Fenpropathrin EC、25% Oxythioquinox WP 及 20% Benzoximate EC，綜合卵、幼若蟎及成蟎之藥效，篩選出較優之藥劑爲 10% Fenpropathrin、30% Propargite WP、20% Benzoximate EC。第二年供試藥劑中對卵較佳之藥劑有 10% Fenpropathrin EC、25% Oxythioquinox WP、30% Propargite WP 及 2.8% Cyhalothrin EC，對幼、若蟎較佳藥劑有 10% Fenpropathrin EC、30% Propargite WP 及 2.8% Cyhalothrin EC，對成蟎較佳藥劑有 10% Fenpropathrin EC、42% Chofentezine FP、25% Oxythioquinox WP 及 30% Propargite WP，綜合卵、幼若蟎及成蟎之藥效，篩選出較優良之藥劑爲 10% Fenpropathrin EC、30% Propargite WP、25% Oxythioquinox WP 及 2.8% Cyhalothrin EC。綜合上述二年試驗結果，複選出對本蟎最佳防治藥劑爲 10% Fenpropathrin EC 及 30% Propargite WP。然柑桔葉蟎於柑桔上被證實有抗藥性發生，故在印度棗上防治本蟎時爲防患未然，乃以此二藥輪施爲宜。

表1. 印度棗上柑桔葉蟎防治試驗（西元1989年）

Table 1. Chemical control of the citrus red mite on Indian jujube (Nov—Dec. 1989)

Treatment		Avg. control (%)*			
		Egg	Larva (Nymph)	Adult	Mean
Bifenthrin	2.8% EC 2000X	48.07 c	58.41 cd	81.76 c	62.75
Oxythioquinox	25% WP 500X	50.77 c	64.84 c	97.08 a	70.90
Amitraz	20% EC 1000X	50.93 c	66.12 c	89.50 ab	68.85
Bromopropylate	25% EC 500X	43.63 c	58.13 cd	87.00 ab	62.92
Fenpropathrin	10% EC 1500X	76.20 a	81.59 a	93.33 a	83.71
Dicofol	10% EC 1000X	54.14 bc	61.41 c	89.58 ab	63.38
Dicofol	35% WP 1000X	46.86 c	49.61 d	85.86 b	60.78
Propargite	30% WP 1000X	56.49 b	71.35 b	84.13 bc	70.66
Benzoximate	20% EC 2000X	59.27 b	64.75 c	91.24 a	71.75
C.K.		—	—	—	—

* Numbers in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level in Duncan's multiple range test.

表2. 印度棗上柑桔葉蟎防治試驗（西元1990年）

Table 2. Chemical control of the citrus red mite on Indian jujube (Nov—Dec. 1990)

Treatment		Avg. control (%)*			
		Egg	Larva (Nymph)	Adult	Mean
Fenbutatin	50% WP 2000X	65.08 bc	51.81 c	54.76 d	57.22
Chofentezine	42% FP 3000X	62.38 c	74.76 ab	85.19 a	74.11
Oxythioqinox	25% WP 1000X	77.38 a	70.83 b	85.47 a	77.89
Fenpropathrin	10% EC 1500X	77.19 a	78.37 a	83.16 a	79.57
Propargite	30% WP 1000X	75.86 a	79.45 a	74.85 b	76.72
Bromopropylate	25% EC 500X	74.75 a	70.55 b	62.55 c	69.28
Amitraz	25% EC 1000X	71.75 ab	71.53 b	57.65 cd	66.98
Sulfur	95% WP 300X	66.31 b	70.52 b	69.52 bc	68.78
Cyhalothrin	2.8% EC 1000X	77.59 a	75.45 a	67.97 c	73.67
C.K.		—	—	—	—

* Numbers in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level in Duncan's multiple range test.

誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會補助經費，試驗期間並承鳳山分所李明哲先生及洪淑慧小姐協助調查，謹致謝忱。

引用文獻

1. 何坤耀。1984。農藥引起柑桔葉蟎再崛起現象之觀察。植保會刊 26 (2) : 98—108。
2. 吳子淦、羅幹成。1989。柑桔葉蟎綜合防治。中華昆蟲特刊第3號。第一屆蟎蜱學研討會 139—143。
3. 溫宏治。1988。楊桃上柑桔葉蟎之發生及藥劑防治。中華農業研究。37 (1) : 100—104。
4. 溫宏治。1988。印度棗之主要害蟲之生態與防治。中華昆蟲特刊第2號。果樹害蟲綜合防治研討會。107—116。
5. 劉玉章、洪希奕。1988。柑桔葉蟎之族群介量及其族群變動。植保會刊。30 (2) : 175—201。
6. 羅幹成。1978。臺灣葉蟎及防治方法對天敵之影響。中央研究院動物研究所專刊。3 : 203—215。
7. 羅幹成、邱瑞珍。1985。臺灣柑桔害蟲及其天敵圖說。臺灣省農業試驗所特刊第20號。9 : 63。
8. 羅幹成、陶家駒。1964。柑桔紅蜘蛛天敵調查及藥劑防治對其安全之探討。中華農會會報 48 : 39—49。
9. 鄭清渙。1966。柑桔紅蜘蛛之生態觀察。植保會刊 8 (1) : 80—90。
10. Croft, B. A. and P. H. Westigard. 1987. Spider mite management on pome fruits revisited : organotin and acaricide resistance management. J. Econ. Entomol. 80 : 304–311.
11. Boling, J. C. and H. A. Dean. 1986. Field evaluation of temik against some insects and mites attacking citrus. J. Econ. Entomol. 61 : 313–315.
12. Henderson, C. F. 1955. Tests with acaricides against brown wheat mite. J. Econ. Entomol. 48 : 157–161.
13. Jeppson, L. R., J. O. Complin. and M. J. Jesser. 1962. Effects of application programs on citrus red mite control and development of resistance to acaricides. J. Econ. Entomol. 55 : 17–22.
14. Spencar, H. and P. A. Norman. 1952. Increase in citrus mite infestation after the application of parathion spray. Fla. Entmol. 35 : 87–90.

Seasonal Occurrence and Chemical Control of the Citrus Red Mite (*Panonychus Citri* (McGregor)) on Indian Jujube[1]

Hung-Chich Wen, Hsiu-Ha Hao and Cheng-Chung Lin[2]

Summary

Citrus red mite (*Panonychus citri* (McGregor)) is one of the destructive pests on Indian jujube in the southern part of Taiwan and occurrs all year round especiallly during the dry seasons (from October to January) except prune and graft periods (from March to the middle of April).

Six predators of the citrus red mite were found on Indian jujube. Among them, *Stethorus loi* Sasaji and *Amblyseius womersleyi* Schicha were considered as the dominant species for frequent occurrence.

Nine miticides were tested in the field against citrus red mite. Results indicated that 10 % Fenpropathrin EC, 30% Propargite WP and 20% Benzoximate EC were more effective to control this mite. 10% Fenpropathrin EC and 30% Propargite WP were proved more effective at the second trial in the following year.

Key words : Indian jujube, Citrus red mite, Natural enemies, Miticides.

1. Contribution No. 1679 from Taiwan Agricutural Research Institute.
2. Assistant Entomologist, Assistant and Head, Plant protection Division, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan 830, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(3)：309~326 (1993)

臺灣錐尾亞目薊馬名錄[1]

王　清　玲[2]

List of Suborder Terebrantia (Thysanoptera) from Taiwan[3]

Chin-Ling Wang[4]

本報告整理目前已記錄纓翅目錐尾亞目薊馬共計44屬92種。各薊馬按照分類次序排列，每種之名稱包括種名、異名及歷來學名變更。有些薊馬以往已有中名發表過，則其中文名稱盡量沿用其原有者。以往無中名者依其型態或習性特徵命名。陳連勝先生亦爲其所發現之部分種類訂定中名。曾於臺灣及中國大陸文獻中使用過之其他中名則列於括號中，作爲參考。每種薊馬之角註文獻爲曾記錄該種薊馬分布於臺灣之報告。

SUBORDER TEREBRANTIA 錐尾亞目

FAMILY AEOLOTHRIPIDAE 紋薊馬科

1. Genus *Franklinothrips* Back, 1912. 兇薊馬屬
   Ent. News, 23(2)：75. Type species：*Aeolothrips vespiformis* Crawford.
   (1)*Franklinothrips suzukii* Okajima, 1979. 鈴木兇薊馬[22]
   Kontyu, 47(3)：399-401.

FAMILY MEROTHRIPIDAE 食孢薊馬科

2. Genus *Merothrips* Hood, 1912. 食孢薊馬科
   Proc. Ent. Soc. Washington, 4(3)：132. Type species：*Merothrips morgani* Hood.
   (2)*Merothrips indicus* Bhatti & Ananthakrishnan, 1975. 印度食孢薊馬[6]
   Oriental Ins., 9(1)：31-43.
   (3)*Merothrips laevis* Hood, 1983. 無紋食孢薊馬[6]
   Rev. Ent. Rio de Janeiro, 8(3-4)：350.

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1680 號。
2. 本所應用動物系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. Contribution No. 1680 from Taiwan Agricultural Research Institute.
4. Associate scientist of Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

FAMILY THRIPIDAE 薊馬科

SUBFAMILY PANCHAETOTHRIPINAE 網紋薊馬亞科

3. Genus *Anisopilothrips* Stannard & Mitri, 1962. 腹瘤薊馬屬

Trans. Amer. Ent. Soc., 88：186. Type species：*Heliothrips venustulus Priesner.*

(4)*Anisopilothrips venustulus* (Priesner, 1923) . 腹瘤薊馬屬(麗網紋薊馬、異毛針薊馬)[11,26]

Heliothrips venustulus Priesner, 1923. Tijdschr. Ent., 66：89.

Astrothips angulatus Hood, 1925. Psyche, 32(1)：50.

Heliothrips venustulus (Priesner) Moulton, 1932. Rev. Ent. Sao. Paulo, 2(4)：480.481.

Tryphactothrips angulatus (Hood) Medina Gaud, 1961. Trans. Amer. Ent. Soc., 32：70.

Anisopilothrips venustulus (Priesner) Stannard & Mitri, 1962. Trans. Amer. Ent. Soc., 88：1870

4. Genus *Astrothrips* Karny, 1921. 額突薊馬屬

Treubia, 1(4)：215,239 (no species included). Type species：*Heliothrips globiceps* Karny. (designated by Karny, 1923. Treubia, 3(3-4)：331)

(5)*Astrothrips chisinliaoensis* Chen, 1980. 七星寮額突薊馬[11,12]

Proc. Natl. Sci. Counc. ROC, 4(2)：174,175.

5. Genus *Copidothrips* Hood, 1954. 劍毛薊馬屬

Proc. Ent. Soc. Washington, 56(4)：188. Type species：*Copidothrips formosus* Hood.

(6)*Copidothrips octarticulatus* (Schmutz, 1913). 劍毛薊馬 (臺灣網紋薊馬、臺灣茅鬃針薊馬)[14]

Heliothrips octarticulatus Schmutz, 1913. Sitzumgsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7)：993-994.

Copidothrips formosus Hood, 1954. Proc. Ent. Soc. Washington, 56(4)：190.

Mesostenothrips kraussi Stannard & Mitri, 1962. Trans. Amer. Ent. Soc., 88(2-3)：211.

6. Genus *Dendrothripoides* Bagnall, 1923. 擬棍薊馬屬

Ann. Mag. Nat. Hist., 2(9)：624,625. Type species：*Dendrothripoides ipomoeae* Bagnall.

(7)*Dendrothripoides innoxius* (Karny, 1914). 旋花擬棍薊馬[16]

Euthrips innoxius Karny, 1914. Zeitschr. Wissench. Insektenbiol., 10 (10-12)：359-360.

Dendrothripoides ipomoeae Bagnall 1923. Ann. Mag. Nat. Hist., 2(9)：624,625.

Tryphactothrips mediostigmatus Karny, 1925. Bull. Deli Proefst. Medan-Sumatra, 23：34-37.

Anaphothrips innoxius (Karny) Priesner, 1926. Treubia, 8 (suppl.) ：54-55.

Tryphactothrips mundus Karny, 1926. Agr. Res. Inst., Pusa, Ent. Ser., 9(6)：190.

Heliothrips ipomoeae Bandar, 1930. Correio Agricola Sociedade Bohianr de Agr., 8：345-347.

Dendrothripoides innoxius (Karny) Bhatti, 1978. Oriental Ins., 12(1)：10-12.

7. Genus *Elixothrips* Stannard & Mitri, 1962. 扁刺薊馬屬

Trans. Amer. Ent. Soc., 88(2-3) : 186,202. Type species : *Tryphactothrips brevisetis* Bagnall.

(8)*Elixothrips brevisetis* (Bagnall,1919). 扁刺薊馬 (短鬃網紋薊馬)[12]

Tryphactothrips brevisetis Bagnall, 1919. Ann. Mag. Nat. Hist., (9)4 : 257.

Tryphactothrips rutherfordi (Bagnall) Moulton, 1936. Philip. Journ. Agr., 7(2) : 263.

Asterothrips [Sic !] *Angulatus* Hood, 1925. Psyche, 32 : 50.

Dinurothrips guamensis Moulton, 1942. Bull. Bishop Mus. Honolulu, 172 : 7.

Elixothrips brevisetis (Bagnall) Stannard & Mitri, 1962. Trans. Amer. Ent. Soc., 88(2-3) : 203.

8. Genus *Helionothrips* Bagnall, 1932. 網紋薊馬屬

Ann. Mag. Nat. Hist., (10)10 : 506. Type species : *Heliothrips brunneipennis* Bagnall.

(9)*Helionothrips aino* (Ishida, 1931). 黑體網紋薊馬[12,14]

Heliothrips aino Ishida, 1931. Ins. Matsumurana, 6(1) : 34.

Helionothrips antennatus Kurosawa, 1968. Ins. Matsumurana Suppl., 4 : 15-46.

Helionothrips aino (Ishida) Jacot-Guillarmod, 1971. Ann. Cape Prov. Mus. (Nat. Hist), 7(2) : 260.

(10)*Helionothrips brunneipennis* (Bagnall, 1951). 赤翅網紋薊馬(褐尾網紋薊馬)[26]

Helionothrips brunneipennis (Bagnall, 1915). Ann. Mag. Nat. Hist., (8)15 : 318.

Hercothrips brunneipennis (Bagnall) Hood, 1928. Psyche, (1927) 34(6) : 233.

Helionothrips brunneipennis (Bagnall) Takahashi, 1936. Philip. Journ. Sci., 60(4) : 428.

(11)*Helionothrips cephalicus* Hood, 1954. 長頭網紋薊馬[14]

Proc. Ent. Soc. Washington, 56(4) : 191.

(12)*Helionothrips compressus* Hood, 1954. 凹胸網紋薊馬[14]

Proc. Ent. Soc. Washington, 56(4) : 192.

(13)*Helionothrips errans* (Williams, 1916). 桃網紋薊馬[12,24,26]

Heliothrips errans Williams, 1916. The Entomologist, 49 : 243.

Hercinothrips errans (Williams) Priesner, 1935. Philip. Journ. Sci., 57(3) : 351.

Helionothrips errans (Williams) Priesner, 1936. Proc. R. Ent. Soc. London, (B) 5(11) : 208.

(14)*Helionothrips unitatus* Chen, 1981. 褐頭網紋薊馬[12]

Plant Protect. Bull. ROC, 23(2) : 121

9. Genus *Heliothrips Haliday,* 1936. 微毛薊馬屬

Ent. Mag., 3 : 443. *Type species* : *Heliothrips adonidum* Haliday.

(15)*Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouche, 1833). 變葉木薊馬(溫室網紋薊馬)[4,9,11,12,15,24,27]

Thrips haemorrhoidalis Bouche, 1833. Naturg. Schadl. Nutzl. Gart.-Ins., 42.

Heliothrips adonidum Haliday, 1836. Ent. Mag., 3 : 443.

Thrips adonidum (Haliday) Cook, 1874. 3rd Ann. Rep. Pom. Soc. Michigan, (1873-74) : 501.

Heliothrips semiaureus Girault, 1928. Prodig. Disc. Wild Animals : 1.

Dinurothrips rufiventris Girault, 1929. New. Pests Australia Vl : 1.

Heliothrips haemorrhoidalis (Bouche) Burmeister, 1838. Handb. Ent., 2(2) : 412.

10. Genus *Monilothrips* Moulton, 1929. 頸薊馬屬

Rec. Indian Mus., 31(2) : 93. Type species : *Monilothrips kempi* Moulton.

(16)*Monilothrips kempi* Moulton, 1929. 翅毛頸薊馬[12]

Rec. Indian Mus., 31(2) : 94.

Monilothrips montanus Jacot-Guillarmod, 1942. Journ. Ent. Soc. S. Africa, 5 : 64.

11. Genus *Phibalothrips* Hood, 1918. 狹薊馬屬

Mem. Queensland Mus., 6 : 125. Type species : *Phibalothrips exilis* Hood.

(17)*Phibalothrips basis* Chen, 1981. 腹基狹薊馬[12]

Plant Protect. Bull. ROC., 23 : 123.

(18)*Phibalothrips peringueyi* (Faure, 1925).翅基狹薊馬 (異色網紋薊馬、二色缺纓鬃針薊馬)[15,17]

Reticulothrips peringueyi Faure, 1925. S. Africa. Journ. Nat. Hist., 5 : 145.

Phibalothrips peringueyi (Faure) Kudo, 1973. Kontyu, 41 : 467.

12. Gennu *Rhipiphorothrips* Morgan, 1913. 扇毛薊馬屬

Proc. U. S. Nat. Mus., 46 : 17. Type species : *Rhipiphorothrips pulchellus* Morgan.

(19)*Rhipiphorothrips africanus* Wilson, 1975. 非洲扇毛薊馬[12]

Mem. Amer. Ent. Inst., 23 : 220-222.

(20)*Rhipiphorothrips cruentatus* Hood, 1919. 腹鉤薊馬(淡紅皺紋薊馬)[12]

Rhipiphorothrips cruentatus Hood, 1919. Insec. Inscit. Menstr., 7(4-6) : 94.

Rhipiphorothrips karna Ramakrishna, 1928. Mem. Dept. Agr. India Ent. Ser., 10(7) : 245,252・

(21)*Rhipiphorothrips pulchellus* Morgan, 1913. 茄苳薊馬(麗色皺紋薊馬)[12,26]

Rhipiphorothrips pulchellus Morgan, 1913. Proc. U. S. Nat. Mus., 46 : 17.

Retithrips bicolor Bagnall, 1913. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)12 : 290.

Rhipiphorothrips (*Retithrips*) *bicolor* (Bagnall) Ramakrishna, 1925. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., 30 : 865.

13. Genus *Selenothrips* Karny, 1911. 赤帶薊馬屬

Ent. Rundschau, 28(23) : 179,180. (type species not designated) Type-species : *Physopus rubrocincta* Giard. (designated by Hood 1913, Insec. Inscit. Menst.,1(12) : 149-154)

(22)*Selenothrips rubrocinctus* (Giard, 1901). 赤帶薊馬 (紅帶網紋薊馬、紅帶滑胸針薊馬[9,12,26]

Physopus rubrocinctus Giard, 1901. Bull. Soc. Ent. France, 1901(15) : 264.

Heliothrips rubrocinctus (Giard) Franklin, 1908. Proc. U. S. Nat. Mus., 33 : 719.

Selenothrips rubrocinctus (Giard) Karny, 1911. Ent. Rundschau, 28(23) : 179.

Selenothrips mendax Schmutz, 1913. Sitzungsd. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 994.

Selenothrips indicus (Bagnall) Bagnall, 1929. Bull. Ent. Res., 20(1) : 71.

SUBFAMILY THRIPINI 薊馬亞科

TRIBE DENDROTHRIPINI 棍薊馬族

14. Genus *Dendrothrips* Uzel, 1985. 棍薊馬屬

Monog. Ord. Thysanop., pp. 28,36,44,52,159. Type species : *Thrips ornata* Jabl.

(23)*Dendrothrips minowai* Priesner, 1935. 三輪薊馬(山茶棘皮薊馬、茶棍薊馬)[4,24]

Philip. Journ. Sci., 57(3) : 353.

(24)*Dendrothrips maltimaculatus* Nonaka & Okajima, 1991. 斑翅棍薊馬[21]

Bull. Biogeogr. Soc. Japan, 46(12) : 110-113.

15. Genus *Pseudodendrothrips* Schmutz, 1913. 僞棍薊馬屬

Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien., (1)122(7) : 992,998. Type species : *Pseudodendrothrips ornatissima* Schmutz.

(25)*Pseudodendrothrips fumosus* Chen, 1980. 觀音山薊馬(灰僞棍薊馬)[11]

Proc. Natl. Sci. Counc. ROC., 4(2) : 171,172.

(26)*Pseudodendrothips mori* (Niwa, 1908). 桑薊馬[11]

Belothrips mori Niwa, 1908. Trans. Ent Soc. Japan, 2 : 180.

Pseudodendrothrips mori (Niwa) Umeya & Omi, 1930. Rept. Sericult. Korea Agric. Exp. Sta., 3 : 157.

TRIBE SERICOTHRIPINI 腹毛薊馬族

16. Genus *Hydatothrips* Karny, 1913. 板背薊馬屬

Wiss. Ergeb. Deutsch. Zentral-Africa-Exped. 1907-08, Leipzig, 4(10) : 281. Type species : *Hydatothrips adolfifriderici* Karny.

(27)*Hydatothrips liquidambara* Chen, 1977. 楓樹板背薊馬[8,11]

Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, 16(2) : 145-147.

17. Genus *Neohydatothrips* John, 1929. 新板背薊馬屬

Bull. Ann. Soc. Ent. Belgique, 69 : 33. Type species : *Neohydatothrips latereostriatus* John.

(28)*Neohydatothrips tabulifer* (Priesner, 1935.) 蘭嶼新板背薊馬[24]

Sericothrip tabulifer Priesner, 1935. Philip. Journ. Sci., 57(3) : 351.

TRIBE THRIPINI 薊馬族

18. Genus *Anaphothrips* Uzel, 1895. 呆薊馬屬

Monog. Ord. Thysanop., pp. 29,35,44,51,142. Type species : *Thrips obscura* Muller.

(29)*Anaphothrips* (*Neophysopus*) *sudanensis* Trybom, 1911. 栗帶薊馬(蘇丹呆薊馬)[3,15,26]

Anaphothrips sudanensis Trybom, 1911. Res. Swed. Zool. Exp. Egypt and White Nile 1901,4(19) : 1.

Euthrips sudanensis (Trybom) Karny, 1912. Zool. Ann., 4 : 333.

Euthrips flavicinctus Karny, 1912. Marcellia, 11(2-3) : 115.

Neophysopus medioflavus Schmutz, 1913. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1017.

Euthrips (*Anaphothrips*) *alternans* Bagnall, 1913. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)12 : 291.

Anaphothrips speciosus Hood, 1919. Proc. Biol. Soc. Washington, 32 : 76.

Euthrips citricinctus Bagnall, 1919. Ann. Mag. Nat. Hist., (9)4 : 270.

Anaphothrips bicinctus Hood, 1925. Psyche, 32 : 50.
Anaphothrips bicolor Morgan, 1925. Florida Ent., 9(1) : 4.
Anaphothrips transvaalensis Faure, 1925. S. African Journ. nat. Hist., 5 : 150.
Anaphothrips alternans (Bagnall) Bagnall, 1926. Ann. Mag. Nat. Hist., (9)18 : 642.
Neophysopus flavicinctus (Karny) Kelly & Mayne, 1934. Monog. Ord. Thysanop. Australia, P.31.
Anaphothrips piercei Moulton, 1936. Philip. Journ. Agr., 7 : 265.

19. Genus *Ayyaria* Karny, 1926. 蔓豆薊馬屬
Mem. Dept. Agr. India Ent. Ser., 9(6) : 193. Type species : *Ayyaria chaetophora* Karny.
(30)*Ayyaria chaetophora* Karny, 1926.棉紋薊馬(豇豆毛薊馬)[9,26]
Ayyaria chaetophora Karny, 1926. Mem. Dept. Agr. India Ent. Ser., 9(6) : 193.
Parafrankliniella fasciatus Kurosawa, 1937. Kontyu, 11(3) : 271.

20. Genus *Bathrips* Bhatti, 1962. 貝薊馬屬
Bull. Ent. Madras, 3 : 34. Type species : *Taeniothrips melanicornis* Shumsher.
(31)*Bathrips melanicornis* (Shumsher, 1945). 黑角貝薊馬[9,11]
Taeniothrips melanicornis Shumsher, 1945. Indian Journ. Ent., 7 : 166, 179.
Bathrips melanicornis (Shumsher) Bhatti, 1962. Bull. Ent. Madras, 3 : 34.

21. Genus *Bolacothrips* Uzel, 1895. 包薊馬屬
Monog. Ord. Thysanop., pp.30,39,45,57,211. Type species : *Bolacothrips jordani* Uzel.
(32)*Bolacothrips graminis* (Priesner, 1930) 褐尾包薊馬[3]
Bolacidothrips graminis Priesner, 1930. Bull. Soc. R. Ent. Egypt, 1930(1) : 6.
Bolacothrips graminis (Priesner) Bhatti, 1983, Ann. Naturh. Mus. Wien (Bot. Zool.), 84 1980(1983) : 492.
(33)*Bolacothrips striatopennatus* (Schmutz, 1913.) 東方包薊馬[24,26]
Bolacidothrips striatopennatus Schmutz, 1913. Sitzungb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1001,1002.
Bolacothrips orientalis Priesner, 1935. Philip. Journ. Sci., 57(3) : 359.
Bolacidothrips orizae Moulton, 1942. Bull. Bernice P. Bishop Mus. Honolulu, 172 : 10.
Bolacothrips striatopennatus (Schmutz) Bhatti, 1983. Ann.Naturh. Museums Wien, 84B : 490-500.

22. Genus *Chaetanaphothrips* Priesner, 1925. 圍孔薊馬屬 (黃鬃薊馬屬)
Ahlberg, 1926. Svensk. Insektfauna, 6 : 34. Type species : *Euthrips orchidii* Moulton.
(34)*Chaetanaphothrips longisetis* Nonaka & Okajima, 1992. 長毛圍孔薊馬[21]
Japan. Journ. Ent., 60(2) : 440-442.
(35)*Chaetanaphothrips machilii* Hood, 1954. 楠圍孔薊馬(樟黃鬃薊馬)[13]
Chaetanaphothrips machilii Hood, 1954. Proc. Biol. Soc. Washington, 67 : 215.
Anaphothrips (*Chaetanaphothrips*) *orchidi* 〔Sic ! 〕 (Moulton) Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon.,11(4) : 291,324.
(36)*Chaetanaphothrips orchidii* (Moulton, 1907). 香蕉銹薊馬(蘭黃鬃薊馬)[9,26]
Euthrips orchidii Moulton, 1907. Misc. Pap. U. S. Dep. Agr. Bur. Ent., (Tech. Ser.) 12(3) : 43,52.

Physopus orchidii (Moulton) Trybom, 1910. Sjostedt Wiss. Erg. Schwed. Zool. Exp. Kilimandjaro Meru 1905-6., 3(16) : 2.

Physopus orchidii (Moulton) Karny, 1912. Zool. Ann., 4 : 339.

Euthrips marginemtorquens Karny, 1914. Zeitschr. Wiss. Insbiol., 10 : 362.

Taeniothrips orchidii (Moulton) van Eecke, 1992. Natuurk. Verh. Hollandsche Maats. Wetens. Haarlem, 3(9) : 101 114.

Anaphothrips (*Chaetanaphothrips*) *orchidii* (Moulton) Priesner, 1925. Konowia, 4(3-4) : 145.

Chaetanaphothrips orchidii (Moulton) Ahlberg, 1926. Svensk Insektfauna, 6 : 34.

(37)*Chaetanaphothrips theiperdus* (Karny, 1921). 茶淡薊馬[11,25]

Anaphothrips theiperdus Karny, 1921. Treubia,2(1) : 69.

Chaetanaphothrips theiperdus (Karny) Sakimura & Anathakrishnan, 1962. Bull. Ent. Loyola Coll., 3 : 315,317-319.

Chaetanaphothrips taiwanus Sakimura, 1974. Oriental Ins., 8(3) : 319.

23. Genus *Chirothrips* Haliday, 1836. 梯胸薊馬屬

Ent. Mag., 3 : 444. Type species : *Thrips* (*Chirothrips*) *manicata* Haliday.

(38)*Chirothrips africanus* Priesner, 1932. 非洲梯胸薊馬[15]

Bull. Soc. Roy. Ent. d'Egypte, 1-2 : 46,47.

(39)*Chirothrips manicatus* (Haliday, 1836).芒薊馬(袖指薊馬)[26]

Thrips manicatus Haliday, 1836. Ent. Mag., 3 : 444.

Thrips longipennis ; Burmeister, 1838. Handb. Ent., 2(2) : 413.

Chirothrips manicatus (Haliday) Amyot & Serville, 1843. Hist. Nat. Ins. Hemipt., p. 642.

Chirothrips longipennis (Burmeister) Amyot & Serville, 1843. Hist. Nat. Ins. Hemipt., p.642.

Chirothrips antennatus Osborn, 1883. Canadian Ent., 15(8) : 154.

Thrips (*Chirothrips*) *antennata* (Osborn) Lindeman, 1887. Ent. Tidskr., 8(3) : 120.

Chirothrips similis Bagnall, 1909. Journ. Econ. Biol., 4(2) : 34,35.

Chirothrips takahashii Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4)-289,324.

Chirothrips ambulans Bagnall, 1932. Ent. Mon. Mag., 68 : 185.

Chirothrips laingi Bagnall, 1932. Ent. Mon. Mag., 68 : 185.

Chirothrips bagnalli Hood, 1983. Ent. Mon. Mag., 74 : 162.

Chirothrips aculeatus Bagnall ; Pelikan, 1947. Ent. Listy, 10 : 9.

(40)*Chirothrips mexicanus* D. L. Crawford, 1909. 扁紋薊馬[3]

Chirothrips mexicanus D. L. Crawford, 1909. Pomona Coll. Journ. Ent., 1(4) : 114.

*Chirothrips floridensis*Watson, 1920. Florida Ent., 4(2) : 21,22.

Chirothrips saltensis Tapia, 1952. Ann. Soc. Cient. Argentina, 154 : 109.

24. Genus *Ctenothrips* Franklin, 1907. 梳薊馬屬

Ent. News. 18 : 247. Type species : *Ctenothrips bridwelli* Franklin.

(41)*Ctenothrips kwanzanensis* Takahashi, 1937. 關山梳薊馬[27]

Tenthredo, 1(3) : 339,349,350.

(42)*Ctenothrips transeolineae* Chen, 1979. 橫紋梳薊馬[10]
Plant. Protect. Bull. ROC, 21 : 184-187.

25. Genus *Craspedothrips* Strassen, 1966. 毛角薊馬
Senckenbrgiana Biologica, 47(6) : 444-445. Type species : *Physothrips hargreavesi* Karny.

(43)*Craspedothrips minor* (Bagnall, 1921) 微毛角薊馬[5]
Physothrips minor Bagnall, 1921. Ann. Mag. Nat. Hist., 9(8) : 393-394.
Physothrips thunbergiae Karny, 1923. Treubia, 3(3-4) : 302-305.
Toxothrips ricinus Bhatti, 1967. Thysanoptera Nova India : 16-17.
Tsengothrips plumosa Chen, 1975. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, 14(2) : 107-109.

26. Genus *Danothrips* Bhatti, 1971. 淡薊馬屬
Oriental Ins., 5(3) : 337. Type species : *Danothrips setifer* Bhatti.

(44)*Danothrips vicinus* Chen, 1979. 頭紋淡薊馬屬[9]
Proc. Natl. Sci. Counc. ROC, 3(4) : 417.

(45)*Danothrips trifasciatus* Sakimura, 1975. 三帶淡薊馬[9]
Proc. Hawaiian Ent. Soc., 22(1) : 125.

(46)*Danothrips sakimurai* Chen, 1979. 崎村淡薊馬[9]
Proc. Natl. Sci. Counc. ROC, 3(4) : 417.

27. Genus *Dichromothrips* Priesner, 1932. 蘭花薊馬屬
Stylops, 1(5) : 110. Type species : *Dichromothrips orchidis* Priesner.

(47)*Dichromothrips corbetti* (Priesner, 1936). 蘭花薊馬[2]
Anaphothrips corbetti Priesner, 1936. Proc. Roy. Ent. Soc. London, (B) 5(11) : 209.
Dichromothrips corbetti (Priesner) Sakimura, 1955. Proc. Hawaiian Ent. Soc., 15(3) : 586,588,590,592,587.

(48)*Dichromothrips smithi* (Zimmermann, 1900). 司密蘭花薊馬[24,26]
Physopus smithi Zimmermann, 1900. Bull. Ins. Bot. Buitenzorg, 7 : 10.
Taeniothrips smithi (Zimmermann) Steinweden, 1933. Trans. Amer. Ent. Soc., 59 : 288.
Dichromothrips smithi (Zimmermann) Sakimura, 1955. Proc. Hawaiian Ent. Soc., 15 (3) : 586,588,596,597.

28. Genus *Frankliniella* Karny, 1910. 花薊馬屬
Mitt, Naturwiss. Ver. Univ. Wien, 8(2) : 46. (footnote)
Type species : *Thrips intonsa* Trybom, 1895. (designated by Hood 1914, Proc. Ent. Soc. Washington, 51(5) : 231.)
The species *Euthrips gossypii* Shiraki, 1912 also belongs to this genus, but is currently being studied further.

(49)*Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895). 臺灣花薊馬[3,9,26]
Physapus ater De Geer, 1744. Svensk. Wet. Akad. Handl., 5 : 6.
Thrips physapus Linne ; Muller, 1776. Zool. Danicae Prod. Anim., : 96.
Thrips vulgatissima Haliday ; Blanchard, 1850. Hist. Nat. Ins., 3(1) : 217.
Physopus ater Sely ; Provancher, 1890. Petite Faune Ent. Canada, 3 : 333.

Thrips intonsa Trybom, 1895. Ent. Tidskr., 16(3) : 182,188.

Physopus vulgatissima (Haliday) Uzel, 1895. Monog. Ord. Thysanop., pp.32,48,95.

Thrips pallida Karny, 1907. Berliner Ent. Zeitung, 52 : 49.

Physapus brevistylis Karny, 1908. Wiener Ent. Zeitsung, 27(9-10) : 278.

Physapus intonsa (Trybom) Trybom, 1910. Denkschr. Med. Naturw. Ges. Jena, 16 : 153.

Frankliniella breviceps Bagnall, 1911. Journ. Econ. Biol., 6(1) : 2,10.

Frankliniella vulgatissimus (Haliday) Bagnall, 1911. Journ. Econ. Biol., 6(1) : 10.

Frankliniella intonsa (Trybom) Karny, 1911. Centralbl. Bakt. Arasit. Infektion-krank., (2)30(21-24) : 558.

Frankliniella brevistylis (Trybom) Karny, 1912. Zool. Ann., 4 : 336.

Frankliniella formosae Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4) : 291,324.

(50)*Frankliniella salicis* Moulton, 1948. 柳花薊馬[19]

Rev. Ent. Rio. de Janeiro, 19(1-2) : 87,104.

(51)*Frankiniella williamsi* Hood, 1915. 玉米薊馬[3,26]

Frankliniella williamsi Hood, 1915. Inscit. Menstr., 3(1-4) : 19.

Frankliniella flavens Moulton, 1928. Proc. Hawaiian Ent. Soc., (1927) 7(1) : 108,132.

Frankliniella spinosus Moulton, 1936. Bull. Brooklyn Ent. Soc., 31(2) : 61.

29. Genus *Fulmekiola* Karny, 1925. 腹齒薊馬屬

Bull. deli Proefst. Medan-Sumatra, 23 : 19,55. Type species : *Fulmekiola interrupta* Karny.

(52)*Fulmekiola serrata* (Kobus, 1892). 甘蔗薊馬(蔗腹齒薊馬)[3,15,26]

Thrips serrata Kobus, 1892. Meded. Proefst. Oost-Java, (1)1892(43) : 589, 590.

Phloeothrips pallidicornis ; Matsumura, 1910. Schadl. Nuetzl. Ins. Zuckerrohns Formosas, p.ll.

Physothrips serratus (Kobus) Karny, 1914. Zeitschr. Wiss. Insektenbiol., 10(10-12) : 369.

Stenothrips minutus Karny, 1915. Zeitschr. Wiss. Insektenbiol., 11(3-4) : 85.

Fulmekiola interrata Karny, 1925. Bull. Deli Proefst.Medan-Sumatra, 23 : 19,55.

Fulmekiola serrata (Kobus) Priesner, 1938. Konowia, 17(1) : 29.

Baliothrips settatus (Kobus) Bhatti, 1969. Oriental Ins., 3(4) : 375.

30. Genus *Lefroyothrips* Priesner, 1938. 短毛薊馬屬

Treubia, 16(4) : 499 (as subgenus of Taeniothrips). Type species : *Physothrips lefroyi* Bagnall.

(53)*Lefroyothrips lefroyi* (Bagnall, 1913). 茶薊馬[26]

Physothrips lefroyi Bagnall, 1913. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)12 : 292.

Taeniothrips (*Physothrips*) *lefroyi* (Bagnall) Ramakrishna, 1928. Mem. Dep. Agr. India Ent. Ser., 10(7) : 258.

Amblythrips lefroyi (Bagnall) Bhatti, 1969. Oriental Ins., 3(4) : 374.

Lefroyothrips lefroyi (Bagnall) Ananthakrishnan, 1971. Journ. Sci. & Industr. Res., 30(3) : 124,125,134.

Ceratothrips lefroyi (Bagnall) Jacot-Guillarmod, 1974. Ann. Cape. Proc. Mus. (Nat. Hist.), 7(3) : 735.

31. Genus *Megalurothrips* Bagnall, 1915. 豆薊馬屬 (大薊馬屬)

Ann. Mag. Nat. Hist., (8)15 : 589. Type species : *Megalurothrips typicus* Bagnall.

(54)*Megalurothrips distalis* (Karny, 1913). 端豆薊馬(端大薊馬)[4,26]

Taeniothrips distalis Karny, 1913. Arch. Naturgesch., (A) 79(2) : 122.

Frankliniella vitata Schmutz, 1913. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1019, 1023.

Taeniothrips vitata (Schmutz) Karny, 1914. Zeitschr. Miss. Insektenbiol., 10(10-12) : 365.

Physothrips brunneicoris Bagnall, 1916. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)17 : 218.

Taeniothrips brunneicornis (Bagnall) Moulton. 1928. Annot. Zool. Japno., 11(4) : 325.

Taeniothrips morosus Priesner, 1938. Treubia, 16(4)476,511,526.

Taeniothrips ditissimus Ananthakrishnan & Jagadish, 1966. Indian Journ. Ent., 28(2) : 250.

Taeniothrips nigricornis (Schmutz) Mound, 1968. B. British Mus. (Nat. Hist.) Ent. Suppl., 11 : 54,59.

Megalurothrips distalis (Karny) Bhatti, 1969. Oriental Ins., 3(3) : 240.

Megalurothrips morosus (Priesner) Bhatti, 1969. Oriental Ins., 3(3) : 242.

(55)*Megalurothrips formosae* (Moulton, 1928). 臺灣豆薊馬(豔豆薊馬、臺灣大薊馬)[26]

Taeniothrips formosae Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4) : 298,325.

Megalurothrips formosae (Moulton) Bhatti, 1969. Oriental Ins., 3(3) : 241.

(56)*Megalurothrips typicus* Bagnall, 1915. 檬果花薊馬[18,26]

Megalurothrips typicus bagnall, 1915. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)15 : 590.

Taeniothrips varicornis Moulton, 1928. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, 18(98) : 292.

Taeniothrips centrispinosus Priesner, 1938. Treubia, 16(4) : 474,511,525.

Taeniothrips setipennis (Karny) Priesner, 1938. Treubia, 16(4) : 510,511,526.

Taeniothrips typicus (Bagnall) Mound, 1968. Bull. British Mus. (Nat. Hist.) Ent. Suppl. 11 : 54,61.

(57)*Megalurothrips usitatus* (Bagnall, 1913). 豆花薊馬(普通大薊馬、普通豆薊馬)[9,15]

Physothrips usitatus Bagnall, 1913. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)12 : 293.

Frankliniella nigricornis Schmutz, 1913. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1018, 1020.

Frankliniella obscuricornis Schmutz, 1913. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1019, 1022.

Physothrips mjobergi Karny, 1920. Casopis, 17 : 37.

Taeniothrips longistylus Karny, 1922. Treubia, 3(1) : 110.

Odontothrips distalis (Karny) Priesner, 1926. Treubia, 8(suppl.) : 122.

Taeniothrips distalis Karny ; Takahashi, 1935. Journ. Soc. Trop. Agr. Formosa, 7 : 69, 70,72.

Megalurothrips usitatus (Bagnall) Sakimura, 1972. Kontyu, 40(3)：192.

32. Genus *Microcephalothrips* Bagnall, 1926. 小頭薊馬屬

Ann. Mag. Nat. Hist., (9)18：113. Type species：*Thrips abdominalis* Crawford.

(58)*Microcephalothrips abdominalis* (D. L. Crawford, 1910). 菊花薊馬 (小頭薊馬、腹小頭薊馬) [4,26]

Thrips abdominalis D. L. Crawford, 1910. Pomona Coll. Journ. Ent., 2(1)：157.

Thrips femoralis Jones, 1912. Misc. Pap. U. S. Dep. Agr. Bur. Ent., (Tech. Ser.) 23 (1)：4.

*Thrips crenatus*Watson, 1922. Florida Ent., 6(3)：35.

Thrips microcephalus Priesner, 1923. Ent. Mitt., 12(2)：116.

Stylothrips brevipalpis Ramakrishna, 1925. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., 30：871.

Microcephalothrips abdominalis (D. L. Crawford) Bagnall, 1926. Ann. Mag. Nat. Hist., (9)18：114.

Thrips (Ctenothripella) gillettei Moulton, 1926. Trans. Amer. Ent. Soc., 52：126.

Paraphysopus burnsi Girault, 1927. Some New Wild Animals from Queensland, p.2.

Neophysopus burnsi Girault, 1927. Insec. Inscit. Menstr., 14(10-12)：188.

Thrips oklahomae Watson, 1931. Publ. Univ, Oklahoma Biol. Surv., 3(4)：342,343.

Microcephalothrips brevipalpis (Karny) Patel & Patel, 1953. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., 51(3)：589,606.

Aureothrips marigoldae Raizada, 1966. Zool. Anz., 176：278.

33. Genus *Mycterothrips* Trybom, 1910. 雙毛薊馬屬

Denkschr. Med. Naturw. Ges. Jena, 16(4)(1)：158. Type species：*Mycterothrips laticauda* Trybom.

(59)*Mycterothrips araliae* (Takahashi, 1936). 雙毛薊馬[26]

Taeniothrips araliae Takahashi, 1936. Philip. Journ. Sci., 60(4)：434.

Mycterothrips araliae (Takahashi) Bhatti, 1978. Oriental Ins., 12(2)：185.

(60)*Mycterothrips glycines* (Okamoto, 1911). 豆雙毛薊馬[11]

Euthrips glycines Okamoto, 1911. Wiener Ent. Zeitung, 30(8)：221.

Physothrips glycines (Okamoto) Karny, 1912 . Zool. Ann., 4：340.

Taeniothrips (Physothrips) glycines (Okamoto) Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4)：326.

Mycterothrips glycines (Okamoto) Bhatti, 1969. Oriental Ins., 3(4)：378.

34. Genus *Parabaliothrips* Priesner, 1935. 均毛薊馬屬

Stylops, 4(6)：125. Type species：*Parabaliothrips takahashii* Priesner.

(61)*Parabaliothrips grandiceps* Priesner, 1935. 褐均毛薊馬[23,26]

Stylops, 4(6)：126.

(62)*Parabaliothrips takahashii* Priesner, 1935. 高橋均毛薊馬[23,26]

Stylops, 4(6)：125. *Yehiella aequosetosa* Chen, 1976. Plant Protect. Bull. ROC, 18：242.

35. Genus *Plesiothrips* Hood, 1915. 伸頂薊馬屬

Proc. Ent. Soc. Washington, 17(3)：129. Type species：*Sericothrips perplexa* Beach.

(63)*Plesiothrips perplexus* (Beach, 1896). 淡腹伸頂薊馬[9]

Sericothrips perplexus Beach, 1896. Proc. Iowa Acad. Sci., 3 : 126.

Thrips perplexus (Beach) Hinds, 1902. Proc. U. S. Nat. Mus., 26 : 179, 184.

Plesiothrips perplexus (Beach) Hood, 1915. Proc. Ent. Soc. Washington, 17(3) : 129.

Thrips panicus Moulton, 1929. Florida Ent., 13(4) : 61.

Plesiothrips panicus (Moulton) Hood, 1936. Rev. Ent. Rio de Janeiro, 6(2) : 258.

(64)*Plesiothrips sakagamii* Kudo, 1974. 板上伸頂薊馬[15]

Kontyu, 42(2) : 111-113.

36. Genus *Projectothrips* Moulton, 1929. 腹毛梳薊馬屬

Rec. Indian Mus., 31(2) : 95. Type species *Projectothrips pruthi* Moulton.

(65)*Projectothrips imitans* (Priesner, 1935).番石榴薊馬[26]

Docidothrips imitans Priesner, 1935. Stylops, 4(6) : 127.

Projectothrips imitans (Priesner) Bhatti, 1969. Oriental Ins., 3(4) : 379.

37. Genus *Pseudanaphothrips* Karny, 1921. 櫟齊毛薊馬

Treubia, 1 : 216,242 (no species included). Type species : *Pseudanaphothrips achaetus* Bagnall, 1916 (designated by Karny, 1924. Ark. Zool., 17A (2) : 16.).

(66)*Pseudanaphothrips querci* (Moulton, 1928). 短毛薊馬屬[26]

Isochaetothrips querci Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4) : 306,329 ·

Homochaetothrips querci (Moulton) Sakimura, 1968. Journ. Australian Ent. Soc., 7 : 61.

Pseudanapho thripquerci (Moulton) Mound & Palmer, 1990. Ent. Mon. Mag., : 1-7.

38. Genus *Salpingothrips* Hood, 1935. 長吻薊馬

Journ. New York Ent. Soc., 43 : 157. Type species : *Salpingothrips minimus* Hood.

(67)*Salpingothrips aimotofus* Kudo, 1972. 長吻薊馬屬 [7,11]

Kontyu, 40(4) : 230-233.

39. Genus *Scirtothrips* Shull, 1909. 跳薊馬屬

Ent. News, 20(5) : 222. Type species : *Scirtothrips ruthveni* Shull.

(68)*Scirtothrips dorsalis* Hood, 1919. 小黃薊馬(茶黃薊馬)[3,4,9,26]

Scirtothrips dorsalis Hood, 1919. Insec. Inscit. Menstr., 7(4-6) : 90.

Heliothrips minutissimus Bagnall, 1919. Ann. Mag. Nat. Hist., (9)4 : 260.

Anaphothrips andreae Karny, 1925. Bull. Deli Proefst. Medan, Sumatra, 23 : 24,25.

Anaphothrips oligochaetus Karny ; Ramakrishna, 1925. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., 30 : 871.

Neophysopus fragariae Girault, 1927. Some New Wild Animals from Queensland : 1.

Hercothrips minutissimus (Bagnall) Hood, 1928. Psyche, (1927) 34(6) : 233.

Scirtothrips andreae (Karny) Hood, 1935. Journ. New York Ent. Soc., 43 : 153.

Caliothrips minutissimus (Bagnall) Faure, 1962. Ent. Tidskr., 83(1-2) : 9,10.

40. Genus *Scolothrips* Hinds, 1902. 食蟎薊馬屬

Proc. U. S. Nat. Mus., 26 : 133,157. Type species : *Thrips 6-maculata* Pergande.

(69)*Scolothrips takahashii* Priesner, 1950. 高橋食蟎薊馬(塔六點薊馬)[25]

Bull. Soc. Fouad ler Ent., 34 : 52,59.

41. Genus *Sorghothrips* Priesner, 1936. 額伸薊馬屬

Bull. Soc. R. Ent. Egypte, 1936 : 88. Type species : *Thrips longistyla* Trybom.

(70)*Sorghothrips meishanensis* Chen, 1977. 梅山薊馬屬[3,8]

Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, 16(2) : 147,148.

42. Genus *Stenchaetothrips* Bagnall, 1926. 直毛薊馬屬 (直鬃薊馬屬)

Ann. Mag. Nat. Hist., (9)18 : 107. Type species : *Stenchaetothrips melanurus* Bagnall.

(71)*Stenchaetothrips biformis* (Bagnall, 1913). 稻薊馬 (稻直鬃薊馬)[3,26]

Bagnallia biformis Bagnall, 1913. Journ. Econ. Biol., 8(4) : 237.

Thrips (*Bagnallia*) *oryzae* Williams, 1916. Bull. Ent. Res., 6(4) : 353.

Thrips biformis (Bagnall) Priesner, 1925. Konowia, 4(3-4) : 149.

Thrips holorphnus Karny, 1925. Bull. Deli Proefst. Medan-Sumatra, 23 : 15,55.

Chloethrips oryzae (Williams) Bhatti, 1962. Bull. Ent. Madras, 3 : 42.

Thrips dobrogensis Knechtel, 1964. Rev. Roumaine Biol., (Zool.) 9(6) : 375.

Baliothrips biformis (Bagnall) Davies & Morison, 1964. Handb. Ident. British Ins., 11 (1) : 97.

Chloethrips holorphnus (Karny) Ananthakrishnan & Jagadish, 1967. Zool. Anz., 178 : 375,388.

Stenchaetothrips biformis (Bagnall) Bhatti & Mound, 1980. Bull. Ent. Soc. India, 21 (1-2) : 15.

(72)*Stenchaetothrips karnyianus* (Priesner, 1934).卡尼氏直毛薊馬[26]

Thrips karnyianus Priesner, 1934. Natuurk. Tijdschr. Nederlandsch-lndie, 94(3) : 282, 289.

Stenchaetothrips karnyianus (Priesner) Bhatti, 1980. Bull. Ent. Soc. Indian, 21(1-2) : 15.

(73)*Stenchaetothrips minutus* (van Deventer, 1906). 無針薊馬 (微針薊馬)[3]

Thrips minutus van Deventer, 1906. Handb. Suikerr.-Cult. Rietsuik.-Fabr. Java, 2 : 276,281.

Thrips saccharoni Moulton, 1928. Proc. Hawaiian Ent. Soc., (1927) 7(1) : 111,132.

Fulmekiola saccharicida Ramakrishna & Margabandhu, 1939. Rec. Indian Mus., 41(1) : 23.

Chloethrips minutus (van Deventer) Bhatti, 1962. Bull. Ent. Madras, 3 : 42.

Chloethrips saccharicidus (Ramakrishna & Margabandhu) Bhatti, 1962. Bull. Ent. Madras, 3 : 42.

Mictothrips saccharicidus (Ramakrishna & Margabandhu) Ananthakrishnan, 1969. CSIR Zool. Monog., 1 : 119,128.

Baliothrips minutus (van Deventer) Bhatti, 1969. Oriental Ins., 3(4) : 375.

Stenchaetothrips minutus (van Deventer) Bhatti & Mound, 1980. Bull. Ent. Soc. India, 21(1-2) : 16.

43. Genus *Taeniothrips* Amyot & Serville, 1843. 帶薊馬屬

Hist. Nat. Ins. Hemipt., p.644. Type species : *Thrips primulae* Halidy, (designated by Karny, 1907. Berliner Ent. Zeitschr., 52 : 45)

(74)*Taeniothrips* (*Taeniothrips*) *cognaticeps* Priesner, 1935. 月桃薊馬[23,26]

Stylops, 4(6) : 127.

(75) *Taeniothrips* (*Taeniothrips*) *eucharii* (Whetzel, 1923) 尤加律薊馬[18,26]

Physothrips eucharii Morgan ; Whetzel, 1923. Repts. Board & Dept. Agric. 1922 : 30-37. (never described by Morgan)

Taeniothrips gracilis Moulton, 1928. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, 18(98) : 289.

Taeniothrips rohdeae Kurosawa, 1937. Kontyu, 11(3) : 273.

Taeniothrips eucharii (Whetzel) O'Neill. 1963. Ann. Ent. Soc. Amer., 56(3) : 399.

(76) *Taeniothrips* (*Taeniothrips*) *oreophilus* Priesner, 1935.薔薇薊馬[26]

Philip. Journ, Sci., 57(3) : 355.

44. Genus Thrips Linne, 1758. 薊馬屬

Systema Nature 10th ed., 1 : 343,457. Type species : *Thrips physapus* Linne, 1810, (by subsequent designation of Curtis, 1839. British Entomology,7 : p1.748)

(77) *Thrips* (*Isothrips*) *malloti* Priesner, 1934. 網紋薊馬[3,9,26]

Thrips (*Isoneurothrips*) *malloti* Priesner, 1934. Natuurk. Tijdschr. Nederlandsch-Indie, 94(3) : 269.

Thrips (*Isoneurothrips*) *addendus* Priesner, 1934. Natuurk. Tijdschr. Nederlandsch-Indie, 94(3) : 270,288.

Isoneurothrips rosaceae Moulton, 1936. Philip. Journ. Agr., 7(2) : 272.

(78) *Thrips* (*Isothrips*) *orientalis* (Bagnall, 1915). 東方薊馬[18,26]

Isoneurothrips orientalis Bagnall, 1915. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)15 : 593.

Isoneurothrips setipennis Moulton, 1928. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, 18(94) : 297, 298.

Thrips setipennis Steinweden & Moulton, 1930. Proc. Nat. Hist. Soc. Fukien Christ. Univ., 3 : 25.

Thrips hispidipennis Hood, 1932. Bull. Soc. Ent. Egypt, 1932 : 122.

Thrips (*Isoneurothrips*) *orientalis* (Bagnall) Priesner, 1934. Natuurk. Tijdschr. Nederlansch-Indie, 94(3) : 258,286,288.

(79) *Thrips* (*Isothrips*) *taiwanus* Takahashi, 1936. 臺灣薊馬[18,26]

Isoneurothrips pallipes Moulton, 1928. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, 18(98) : 296. (invalid name)

Thrips (*Isoneurothrips*) *taiwanus* Takahashi, 1936. Philip. Journ. Sci., 60(4) : 440.

(80) *Thrips* (*Isothrips*) *wedeliae* Priesner, 1934. 疏端薊馬[18]

Isoneurothrips setipennis Moulton, 1928. Trans. Nat. Hist. Sci. Formosa, 19(98) : 297. (invalid name)

Thrips (*Isoneurothrips*) *sumatrensis* var. *wedeliae* Priesner, 1934. Natuurk. Tijdschr. Nederlandsch-Indie, 94(3) : 257,285,287.

Thrips (*Isoneurothrips*) *setipennis* (Moulton) Takahashi, 1936. Philip. Journ. Sci., 60 (4) : 440.

(81) *Thrips* (*Thrips*) *alliorum* (Priesner, 1935). 青葱薊馬[23,26]

Taeniothrips alliorum Priesner, 1935. Stylops, 4(6) : 128.

Taeniothrips carteri Moulton, 1936. Proc. Hawaiian Ent. Soc., 9(2) : 183.

Thrips alliorum (Priesner) Umeyz, 1988. Pest Thrips of Japan, pp. 142,143.

(82) *Thrips* (*Thrips*) *coloratus* Schmutz, 1913. 花色薊馬(日本薊馬)(4,9)

Thrips coloratus Schmutz, 1913. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1002, 1013.

Thrips japonicus Bagnall, 1914. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)13 : 288.

Thrips florum var. *colorata* Schmutz ; Karny, 1924. Ark. Zool., 17A(2) : 13,14.

Thrips colorata Schmutz ; Ramakrishna, 1925. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., 30 : 866.

Thrips melanurus Bagnall, 1926. Ann. Mag. Nat. Hist., (9)18 : 111.

Thrips coloratus Schmutz ; Priesner, 1934. Natuurk. Tijdschr. Nederlandsch-Indie, 94 (3) : 265,287.

(83) *Thrips* (*Thrips*) *extensicornis* Priesner, 1934. 腹毛缺薊馬(26)

Natuurk. Tijdschr. Nederlandsch-Indie, 94(3) : 276,288.

(84) *Thrips* (*Thrips flavus*) Schrank, 1776. 淡色薊馬(亮薊馬、黃薊馬、瓜亮薊馬)(4,9,11,18,24,26)

Thrips flavus Schrank, 1776. Beytrage zur Naturgesch., p.31.

Thrips uelanopa Schrank, 1781. Enum. Ins. Austr. Indig., pp.298,299.

Thrips urticae Fabricius ; de Villers, 1789. Caroli Linnaei Ent., 1 : 566,567.

Thrips ochraceus Ruricola 〔Curtis〕, 1841. Gardener's Chron., 1 : 288.

Thrips flavus Schrank ; Buffa, 1909. Redia, 5(1) : 135.

Physothrips flavidus Bagnall, 1916. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)17 : 399.

Thrips flavidus Bagnall, 1916. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)17 : 402.

Taeniothrips flavidulus (Bagnall) Ramakrishnan, 1928. Mem. Dep. Agr. India Ent. Ser., 10(7) : 256.

Taeniothrips clarus Moulton, 1928. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, 18(98) : 287-289.

Taeniothrips flavidus (Bagnall) Steinweden, 1933. Trans. Amer. Ent. Soc., 59 : 282.

Taeniothrips flavus (Bagnall) Steinweden, 1933. Trans. Amer. Ent. Soc., 59 : 282.

Taeniothrips sulfuratus Priesner, 1935. Philip. Journ. Sci., 57(3) : 358.

Thrips clarus Moulton, 1935. Trans Nat. Hist. Soc. Formosa, 18(94) : 294,295.

Taeniothrips luteus Oettingen, 1935. Ronowia, 14 : 183.

Taeniothrips saussureae, Ishida, 1936. Ins. Matsumurana, 11 : 70.

Taeniothrips rhopalantennalis Schumsher Singh, 1946. Indian Journ. Ent., 7 : 166,168, 181.

(85) *Thrips* (*Thrips*) *formosanus* Priesner, 1934. 蓬萊薊馬(26)

Natuurk. Tijdschr. Nederlandsch-Indie, 94(3) : 283,290.

(86) *Thrips* (*Thrips*) *hawaiiensis* (Morgan, 1913). 花薊馬(黃胸薊馬)(4,9,26)

Euthrips hawaiiensis Morgan, 1913. Proc. U. S. Nat. Mus., 46 : 3.

Thrips longalata Schmutz, 1913. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1002,1009.

Thrips nigriflava Schmutz, 1913. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1002,1012.

Thrips sulphurea Schmutz, 1913. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1002,1002.

Thrips albipes Bagnall, 1914. Ann. Mag. Nat. Hist., (8)13 : 25.

Physothrips hawaiiensis (Morgan) Karny, 1914. Zeitschr. Wiss. Insektenbiol., 10(10-12) : 367.

Physothrips pallipes Bagnall, 1916. Ann. Mag, Nat. Hist., (8)17 : 400.
Physothrips albipes Bagnall, 1916. Ann. Mag, Nat. Hist., (8)17 : 401.
Thrips versicolor Bagnall, 1926. Ann. Mag, Nat. Hist., (8)18 : 108.
Taeniothrips hawaiiensis (Morgan) Moulton, 1928. Proc. Hawaiian Ent. Ser., (1927) 7(1) : 110,132.
Taeniothrips (*Physothrips*) *albipes* (Bagnall) Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4) : 325.
Taeniothrips eriobotryae Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4) : 302,326.
Taeniothrips pallipes (Bagnall) Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4) : 302,326.
Taeniothrips hawaiiensis (Moulton) Steinweden, 1933. Trans. Amer. Ent. Soc., 59 : 286.
Thrips (*Thrips*) *hawaiiensis* (Morgan) Piesner, 1934. Natuurk. Tijdschr. Nederlandsch-Indie, 94(3) : 266,287.
Taeniothrips rhodomyrti Priesner, 1938. Treubia, 16(4) : 492,520,524,526.
Thrips leucaenae Moulton, 1942. Bull. Bernice P. Bishop Mus. Honolulu, 172 : 9.

(87) *Thrips* (*Thrips*) *inferus* Chen, 1979. 類花色薊馬[9]
Proc. Natl. Sci. Counc. ROC, 3(4) : 423.

(88) *Thrips* (*Thrips*) *kotoshoi* (Moulton), 1928. 蘭嶼薊馬[26]
Taeniothrips kotoshoi Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4) : 300,326.
Thrips kotoshoi (Moulton) Bhatti, 1978. Oriental Ins., 12 : 191.

(89) *Thrips* (*Thrips*) *palmi* Karny, 1925. 南黃薊馬(節瓜薊馬、棕梠薊馬)[1]
Thrips palmi Karny, 1925. Bull. Deli Profest. Medan-Sumatra, 23 : 10.
Thrips nilgiriensis Ramakrishna, 1928. Mem. Dep. Agr. India Ent. Ser., 10(7) : 245, 262.
Thrips gracilis Ananthakrishnan & Jagadish, 1968. Deutsche Ent. Zeitschr., (N. F.) 15(4-5) : 361.
Thrips gossypicola (Priesner) Ramakrishna & Margabandhu, 1939. Indian Journ. Ent., 1(3) : 153.
Thrips leucadophils Priesner, 1936. Bull. Soc. Ent. Egypte, 20 : 91-92.

(90) *Thrips* (*Thrips*) *simplex* (Morison, 1930). 唐菖蒲薊馬[2]
Physothrips simplex Morison, 1930. Bull. Ent. Res., 21 : 12.
Taeniothrips gladioli Moulton and Steinweden, 1931. Candian Ent., 6320-21.
Taeniothrips simplex (Morison) Steele. 1935. Pamph. Coun. Sci. & Indus. Res., 54 : 33-36.
Taeniothrips quinani Moulton, 1936. Ann. Mag. Nat. Hist., (10)17 : 506.
Thrips simplex (Morison) Miyazaki & Kudo, 1987. Appl. Ent. & Zool., 22(2) : 230-232.

(91) *Thrips* (*Thrips*) *tabaci* Lindeman, 1889. 薊馬(菸薊馬)[3,9,26]
Thrips solanaceorum (Widgalm) Portschinsky, 1883. Rev. Mens. Ent., 1(3) : 44-53.
Thrips tabaci Lindeman Bull. Soc. lmp. Nat. Moskou, (1888) (NS) 2(1) : 61,72.
Thrips allii Gillette ; Sirrine & Lowe, 1894. Bull. New York Agr. Exp. Sta., (NS) 83 :

680-683.

Thrips bicolor Karny, 1907. Berliner Ent. Zeitschr., 52 : 21,48.

Limothrips tritici (Fitch) Webster, 1894. Insect Life, 7 : 206.

Thrips communis Uzel, 1895. Monog. Ord. Thysanop., pp. 37,55,176.

Thrips flava var. *obsoleta* Uzel, 1895. Monog. Ord. Thysanop., pp. 187,188.

Thrips solanaceorum (Widgalm) Schtscherbakow, 1907. Zool. Anz., 31(26) : 914.

Thrips bremnerii Moulton, 1911. Tech. Ser. U. S. Dep. Agr. Bur. Ent., 21 : 14,23.

Thrips adamsoni Bagnall, 1923. Ent. Mon. Mag., 59 : 58.

Thrips debilis Bagnall, 1923. Ent. Mon. Mag., 59 : 60.

Thrips obsoletus Uzel ; John, 1925. Ent. Mitt., 14(1) : 21.

Thrips frankeniae Bagnall, 1926. Ann. Mag. Nat. Hist., (9)18 : 654.

Thrips dorsalis Bagnall, 1927. Ann. Mag. Nat. Hist., (9)20 : 576.

Thrips hololeucus Bagnall ; Moulton, 1928. Annot. Zool. Japon., 11(4) : 327.

Thrips dianthi Moulton, 1936. Pan-Pacific Ent., 12(3) : 104.

Thrips evestigatus Oettingen, 1944. Arb. Morph. Taxon. Ent., 11(1) : 41.

Ramaswamiahiella kallarensis Ananthakrishnan, 1960. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., 57 : 564.

(92) *Thrips* (*Thrips*) *vitticornis* (Karny, 1922) 刀豆薊馬[26]

Physothrips vitticornis Karny, 1922. Treubia, 3(1) : 110.

Taeniothrips canavaliae Moulton, 1928, Annot. Zool. Japon., 11(4) : 195, 325.

Taeniothrips vitticornis (Karny) Priesner, 1938, Treubia, 16(4) : 519, 523-526.

引用文獻

1. 王清玲、羅幹成、朱耀沂。1987。臺灣爲害瓜類薊馬之辨識方法。中華農硏36(4)：429-434.
2. 王清玲、楊秀蘭。1990。兩種臺灣新記錄之花卉薊馬。中華昆蟲 10：451-455.
3. 陳連勝。1978。臺灣玉米薊馬種類及其分布情形。科學發展月刊 6：579-591.
4. 陳連勝。1979。臺灣茶樹之薊馬。植保會刊 21：377-382.
5. Chen, L. S. 1975. A new genus and species of Thripidae from Taiwan. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica 14(2) : 107-109.
6. Chen, L. S. 1976. A new genus and two new records of thrips (Thysanoptera : Terebrantia) from Taiwan. Plant Protect. Bull. ROC. 18 : 242-249.
7. Chen, L. S. 1977. The male of *Salpingothrips aimotofus* Kudo (Thysanoptera : Thripidae). Plant Protect. Bull. ROC. 19 : 209-211.
8. Chen, L. S. 1977. Two new species of Thripidae (Thysanoptera) from Taiwan. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica 16 : 145-149.
9. Chen. L. S. 1979. Thrips of leguminous plants in Taiwan. Proc. Natl. Sci. Counc., ROC. 3 : 414-428.
10. Chen, L. S. 1979. A new species of the genus *Ctenothrips* from Taiwan (Thysanoptera : Thripidae). Plant Protect. Bull. ROC. 21 : 184-187.
11. Chen. L. S. 1980. Thrips associated with mulberry plant (*Morus* sp.) in Taiwan. Proc. Natl. Sci. Counc., ROC. 4 : 169-182.
12. Chen, L. S. 1981. Studies on the Panchaetothripinae (Thysanoptera : Thripidae) in Taiwan. Plant Protect. Bull. ROC. 23 : 117-130.
13. Hood, J. D. 1954. A new *Chaetanaphothrips* from Formosa with a note on the banana thrips. Proc. Biol.

Soc. Washington 67 : 215-218.

14. Hood, J. D. 1954. Three new Heliothrininae Thysanoptera from Formosa. Proc. Ent. Soc. Washington 56 : 133-193.
15. Kudo, I. 1974. Some graminivorous and gall forming Thysanoptera of Taiwan. Kontyu 42 : 110-116.
16. Kudo, I. 1977. The genus *Dendrothripoides* Bagnall (Thysanoptera, Thripidae). Kontyu 45 : 495-496.
17. Kudo, I. 1979. Some Panchaetothripinae Thysanoptera from southeast Asia. Oriental Ins. 13 : 345-355.
18. Moulton, D. 1928. New Thysanoptera from Formosa. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 18 : 287-332.
19. Moulton, D. 1948. The genus *Frankliniella* Karny, with keys for the determination of species (Thysanoptera). Rev. Ent. Rio de Janeiro 19 : 55-114.
20. Nanaka, T. & S. Okajima, 1991. Descriptions of two new species of the genus *Dendrothrips* Uzel (Thysanoptera, Thripidae) from Japan and Taiwan. Bull. Biogeogr. Soc. Japan 46 : 110-113.
21. Nonaka, T. & S. Okajima. 1992. Descriptions of seven new species of the genus *Chaetanaphothrips* Priesner (Thysanoptera, Thripidae) from east Asia. Japan. Journ. Ent. 60 : 433-447.
22. Okajima, S. 1979. Notes on the Thysanoptera from southeast Asia V. A new species of the genus *Franklinothrips* Back (Aeolothripidae). Kontyu 47 : 399-401.
23. Priesner, H. 1935. Neue exotische Thysanopteren. Stylops 4 : 125-131.
24. Priesner, H. 1935. New or little-known oriental Thysanoptera. Philip. Journ. Sci. 57 : 351-375.
25. Priesner, H. 1950. Studies on the genus *Scolothrips*. Bull. Soc. Fouad ler Entom. 34 : 39-68.
26. Takahashi, R. 1936. Thysanoptera of Formosa. Philip. Journ. Sci. 60 : 427-458.
27. Takahashi, R. 1937. Descriptions of new Thysanoptera from Formosa, with notes on the species found on the high elevation of the island. Tenthredo 1 : 339-350.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(3)：327～335（1993）

蘋果彈性模數衰退模式之研究[1]

黃 禮 棟[2]　　陳 必 超[3]

摘要：本試驗利用諧振頻率、質量及密度等參數計算出蘋果之彈性模數，並將紅蘋果（Red Delicious Apple）儲藏於溫度維持20°C，相對濕度維持90％之控制環境室中，以每三天測量聲波反應並利用 FFT 分析以求得諧振頻率後再予轉換成彈性模數之方式研究彈性模數隨時間變化之模式。由實驗得到之結果顯示，其彈性模數隨時間之變化關係爲指數式的，其時間常數，k 值，約介於0.08至0.20之間。而由諧振頻率所計算之彈性模數與由模式所計算而得之彈性模數間之線性相關（R^2）爲0.907～0.998，證明紅蘋果於貯藏過程中彈性模數之衰退過程爲指數式的（exponential）。

關鍵詞：蘋果、諧振頻率、彈性模數、頻譜。

由於消費意識不斷提高，故確保蔬菜、水果於收穫、加工及上市時之品質（texture）越來越顯得重要[10]。利用顏色及糖度等做爲判別成熟度的方法雖已行之多年，然而判別蘋果品質的最主要因素仍爲其硬度[2]（脆度），除了美麗的色澤等外觀因素之外，堅實的蘋果較爲消費者所喜愛[2]。而對於生產者及零售者而言，使蘋果保持相當的硬（脆）度直到銷售出去以求得最高利潤是很重要的。各種利用諧振頻率做爲非破壞性測定果實堅實度（firmness）之技術已十分普遍，而較早的研究人員多以水果之質量m，及諧振頻率 f ，形成硬度係數，f^2m，以指示硬度，此硬度係數與質的有很高的相關[1,8,10]。但較接近理論的硬度指示法爲 $f^2m^{\frac{2}{3}}\rho^{\frac{1}{3}}$，在近年來已爲多數研究人員所採用[4,5,8]。

本研究結果顯示，貯藏中蘋果之彈性模數隨時間而變化之關係爲指數式的，在貯藏初期，衰退速度極快，中、後期之衰退速度急速減緩。

材料與方法

供試驗用之十三個紅蘋果（Red Delicious Apple）從果樹摘下並立刻做完第一次聲波反應測定後，即保存於相對濕度爲90％，溫度爲20°C之控制環境室中。以後每間隔三天即做一次聲波反應測定，直到彈性模數衰退速率減緩爲止，共測定十五次。測試聲波及分析頻譜之方法爲將供試之蘋果置於直徑爲50公厘之塑膠玻璃杯上，並於杯口與蘋果之接觸面上放置三片海綿以防止噪音由其它來源傳至蘋果上產生干擾。測試時以小彈簧片一端附加之橡皮鈕扣激勵位於蘋果赤道上之一點，使其產生音頻範圍之振動後，由位於180°對角位置距離蘋果表面約 2 公厘處之小麥克風感應其振波並經由擴大器放大後由示波器將信號顯示於螢光幕上（圖 1 ）並同時將此信號予以數位化記錄於示波器之暫存器中，

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1681 號。
2. 本所農業工程系助理研究員，臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 美國加利福尼亞州戴維斯加州大學農業與生物工程學系教授，美國　加州　戴維斯。

該信號顯示振幅與時間之關係。此波形之數位化資料可經由 R S—232界面卡及 BASIC 程式轉輸至 IBM 電腦（圖2），再用由 FORTRAN 語言編譯之 FFT（Fast Fourier Transform）程式做頻譜分析[3,8]，將振幅大小及對應頻率以數字儲存下來，圖3所示爲此種信號之振幅與頻率關係圖，圖中相對最高振幅之點即爲諧振頻率。所得到之諧振頻率可由

$$E=\frac{8\ (1+\nu)\ \pi^2 f^2 \rho}{H^2}\left[\frac{3m}{4\pi\rho}\right]^{\frac{2}{3}}$$

$$=2\ (6)\ ^{\frac{2}{3}}\pi^{\frac{4}{3}}\frac{(1+\nu)\ f^2 m^{\frac{2}{3}}\rho^{\frac{1}{3}}}{H^2} \qquad (1)$$

公式轉化成彈性模數[2,8]。

其中

E：彈性模數（MPa）

f ：諧振頻率（Hz）

m：質量（kg）

ρ：密度（kg/m^3）

ν：Poisson's ratio

H：無次元頻率（與振動模式及 Poisson's ratio 有關）

又因爲蘋果之 Poisson's ratio, ν之值爲0.3[6,8]，故而與第一諧振頻率相對應之 H 值爲2.6462[6,8]。因此公式(1)可以簡化爲

$$E=5.6411f^2 m^{\frac{2}{3}}\rho^{\frac{1}{3}} \qquad (2)$$

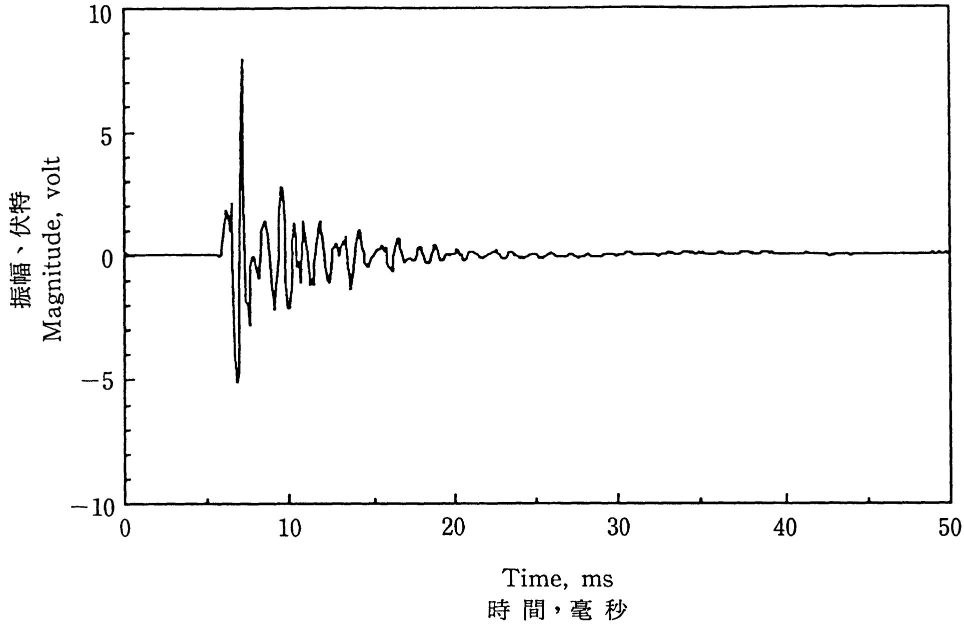


圖1. 麥克風檢測之振波

Fig. 1. Acoustic signal detected by microphone

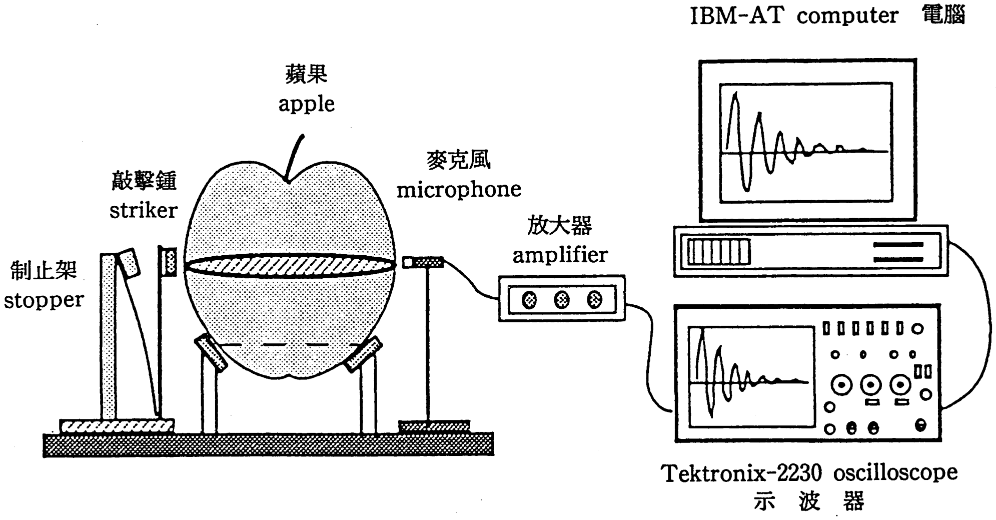


圖2. 振波反應測試裝置

Fig. 2. Instrumentation and apple orientation for acoustic response measurement

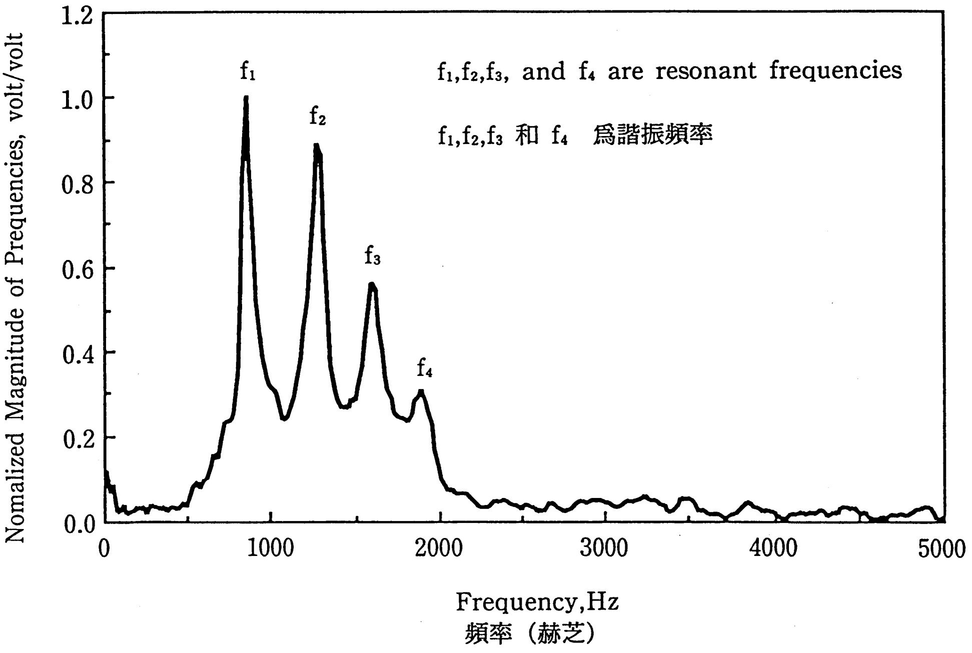


圖3. 振幅與頻譜關係圖

Fig. 3. Frequency spectrum obtained with FFT

其中

f_1：第一諧振頻率（Hz）

經過十五次測試分析後，確定其彈性模數之衰退速率已達到平緩程度，即停止測定。但爲瞭解其質量及密度之變化，於最後一次測試後，將每一蘋果之質量及密度再予以測定一次。

彈性模數衰退模式之推導過程如下：

假設 Poisson's ratio, ν 之值維持不變，則由公式(1)得知，E 值和 $f^2m^{\frac{2}{3}}\rho^{\frac{1}{3}}$成正比。

若：E_l 表示試驗開始時之彈性模數

E_f 表示試驗結束時之彈性模數

則試驗期間之彈性模數，E_t，可以表示爲

$$E_t = E_f + (E_l - E_f)\ e^{-kt} \quad (3)$$

其中之 k，稱爲時間常數。

如此，則當 t=0，即試驗開始時，彈性模數爲 E_l；而於 $t=\infty$時，彈性模數爲 E_f。

爲簡化公式，忽略質量和密度於每間隔三天之測定期間之微量變化，則將公式(1)代入公式(3)之後，得到

$$f_t^2 = (f_l^2 - f_f^2)\ e^{-kt} + f_f^2 \quad (4)$$

其中

f_l＝試驗開始時之第一諧振頻率（Hz）

f_f＝試驗結束時之第一諧振頻率（Hz）

f_t＝試驗進行期間之第一諧振頻率（Hz）

假設

$$y_p = \left[\frac{f_t^2 - f_f^2}{f_l^2 - f_f^2}\right] = e^{-kt} \quad (5)$$

及

$$y = \log_e\ (y_p) \quad (6)$$

則

$$y = \log_e\left[\frac{f_t^2 - f_f^2}{f_l^2 - f_f^2}\right] = -kt \quad (7)$$

如欲以經過原點之線性迴歸及最小誤差平方和法解出 k 值，可假設[9]

$$y_j = -kt_j + e_j \quad (8)$$

及

$$SSE = \sum_{j=1}^{N} e_j^2 = \sum_{j=1}^{N}\ (y_j + kt_j)^2 \quad (9)$$

其中之註脚 j 表示第 j 次測定而得或衍生之數據，而 e_j 爲第 j 點數據 Y_j 之值與迴歸直線間之誤差值，而 SSE (Sum of Squared Error) 爲誤差平方和。

爲求得 k 值以產生最小誤差平方和，將 SSE 對 k 做偏微分並令其結果等於零[9]，得

$$\frac{\partial SSE}{\partial k} = = \sum_{j=1}^{N} 2\ (y_j + kt_j)\ t_j = 0 \quad (10)$$

故

$$k = \frac{-\sum_{j=1}^{N}\ (y_j t_j)}{\sum_{j=1}^{N}\ (t_j^2)} \quad (11)$$

又因

$$\frac{\partial^2 SSE}{\partial k^2} = \sum_{j=1}^{N} 2t_j^2 > 0 \quad (12)$$

可證明以此法求得之 k 值使誤差平方和 SSE 達到極小值。

於求取每一個蘋果之 k 值過程中，由於最後五次之諧振頻率值呈現波動狀態，表示彈性模數衰退速率已減緩至平緩程度，故取此五次之平均值做為最終頻率，f_f，而初始頻率 fi 則為第0天之第一諧振頻率值，該品種之第一諧振頻率對時間變化之關係列於表1，而質量、密度、R^2（測得之第一諧振頻率及由模式計算之第一諧振頻率間）及 k 值則列於表2。

表1. 十三個紅蘋果之第一諧振頻率（赫芝）對儲藏時間之變化

Table 1. First resonant frequencies (Hz) versus time of 13 Red Delicious apples

time (days)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
0	870	880	820	800	900	850	780	890	870	830	910	880	1,000
3	720	740	710	690	820	670	630	800	790	730	780	810	930
6	580	610	530	680	680	610	580	640	650	590	600	770	900
9	510	530	450	560	630	560	530	570	620	530	540	740	890
12	430	460	390	530	550	470	450	490	540	460	460	710	820
15	390	410	350	450	480	410	390	450	480	410	420	530	700
18	380	380	320	410	440	380	360	430	440	380	400	480	660
21	360	350	310	380	400	350	330	400	420	350	380	440	600
24	340	340	300	350	380	330	300	380	400	350	350	390	520
27	340	330	280	330	370	320	280	370	380	340	350	380	480
30	310	320	280	320	350	310	270	350	350	320	330	360	450
33	320	320	290	310	340	320	280	350	360	320	350	350	440
36	310	320	280	310	340	310	270	340	350	310	350	350	420
39	310	310	280	300	350	310	280	350	350	310	350	350	420
42	320	320	250	290	330	300	250	330	340	310	360	350	390

註：Rj；j=1, 2, 3, ………, 13；表示第 j 個蘋果

表2. 十三個紅蘋果之時間常數，相關係數，始終質量及密度

Table 2. Decaying time constant,k,R^2 between f_t^2 and f_i^2, initial and final mass and density for 13 Red Delicious apples

Apple No.	k value	R^2	Mass (kg)		Density (kg/m^3)	
			initial*	final*	initial*	final*
R1	0.1484	0.997	0.199	0.170	846	816
R2	0.1596	0.998	0.212	0.183	849	829
R3	0.1767	0.988	0.231	0.191	835	808
R4	0.1176	0.967	0.251	0.222	829	822
R5	0.1276	0.986	0.172	0.151	838	823
R6	0.1552	0.983	0.208	0.179	841	821
R7	0.1417	0.981	0.235	0.203	846	827
R8	0.1338	0.991	0.172	0.147	826	790
R9	0.1191	0.990	0.196	0.171	850	828
R10	0.1383	0.995	0.220	0.190	856	836
R11	0.2046	0.982	0.171	0.144	852	821
R12	0.1101	0.884	0.183	0.162	827	818
R13	0.0804	0.907	0.139	0.123	856	851

* initial weight and density....measured on day 0
* final weight and density....measured on day 42

結果與討論

由圖4所示之從某一蘋果所測得之第一諧振頻率及由模式計算之諧振頻率對儲藏時間之關係圖及圖5所示之同一蘋果之測得諧振頻率之平方所代表之彈性模數值與由模式推算而得之頻率平方所代表之彈性模數質比較可知，Red Delicious 品系蘋果貯藏期間之彈性模數衰退爲指數式，其 f_t^2 與 f_1^2 之 R^2 值介於0.907與0.998之間，而 k 值之變化範圍則約爲0.08至0.20之間。由表一所示得知，於第0天時，十三個蘋果之第一諧振頻率變化範圍爲780Hz至1,000Hz，相差220Hz；此乃表示其成熟度並不一致。而於第42天時之第一諧振頻率差異則較小，可以推論爲較硬之蘋果於相同儲藏條件下，彈性模數衰退速度較快。由表2知，質量及密度於儲藏過程中均有變化，而質量之變化較密度爲大。儲藏實驗之溫度選爲20°C乃爲短期內觀測彈性係數之衰退情形，若使用較低溫儲藏，則彈性模數之衰退速度將會減緩。

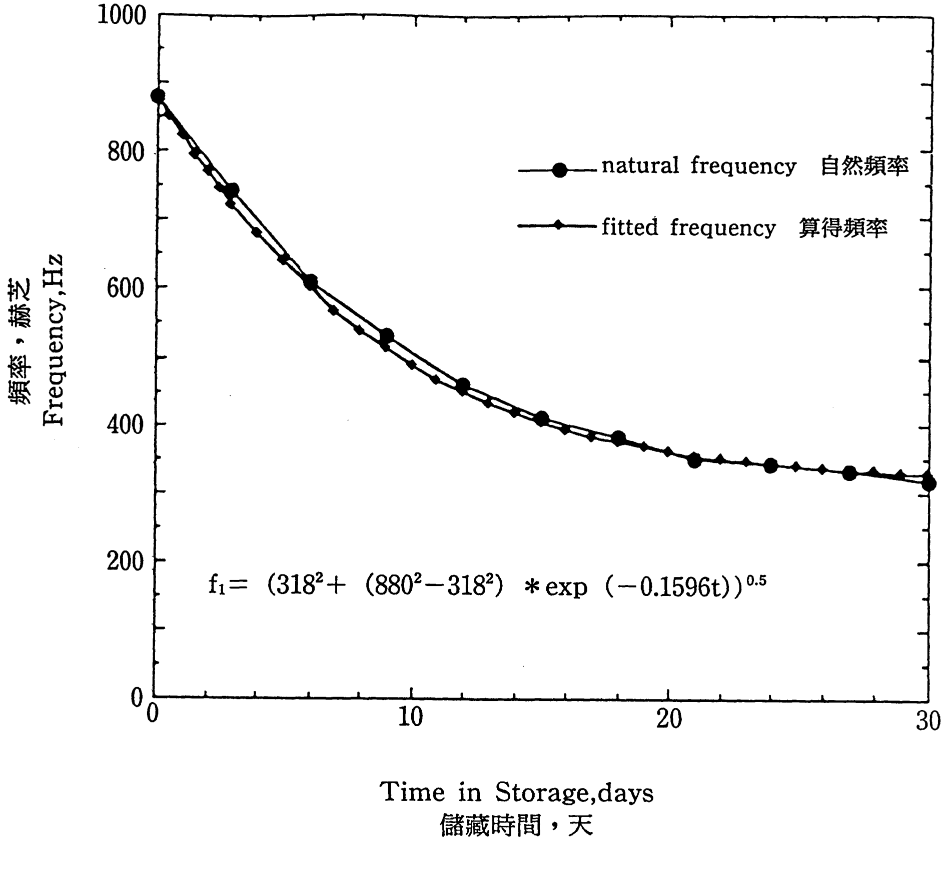


圖4. 由模式計算及由量測而得之第一諧振頻率對儲藏時間之變化比較

Fig. 4. The calculated first frequencies and the measured first resonant frequencies versus time

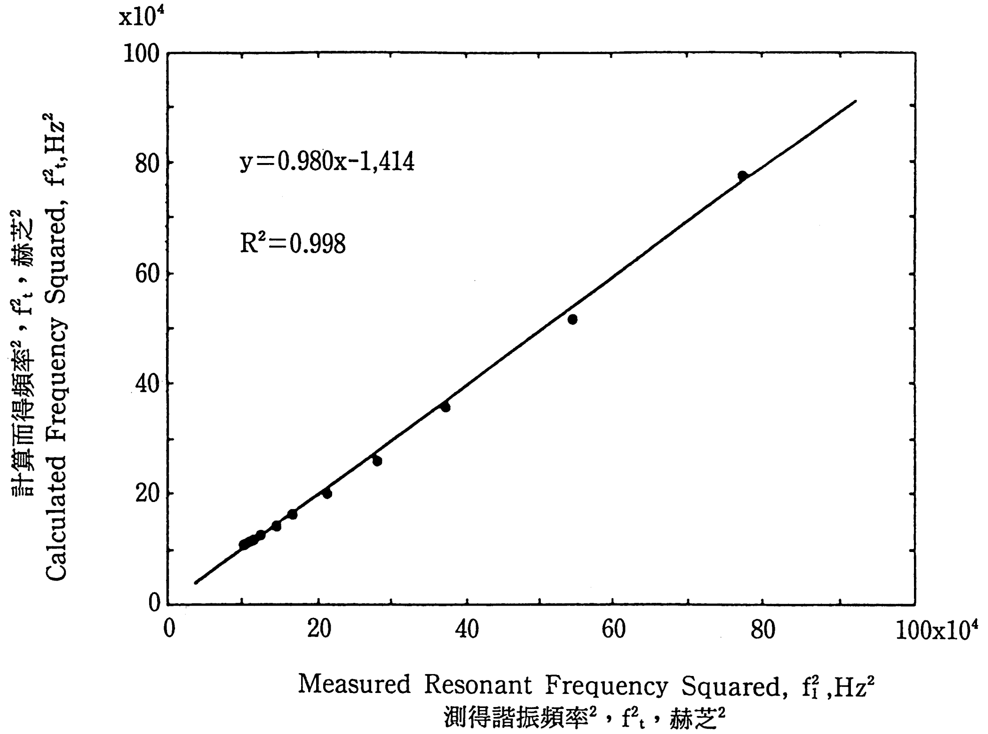


圖5. 由模式計算及由量測而得之頻率平方（彈性模數）相關圖

Fig. 5. Correlation between the square of calculated first frequencies and that of the measured first resonant frequencies

紅蘋果之彈性模數衰退過程，可以用指數式表示。然因其 k 值範圍變異大，如何建立預估 k 值之方法，仍有待研究。若能於每次測試頻率後，測量密度及質量，將更有助於彈性模數衰退模式之研究。

誌　謝

本文之試驗數據分析承蒙美國戴維斯加州大學生物與農業工程學系〔Department of Biological and Agricultural Engineering, University of California, Davis〕教授 Dr. Shrini K. Upadhyaya 之協助，謹此致謝。

引用文獻

1. Abbott, J. A., N. F. Childers, G. S. Bachman, J. V. Fitzgerald, and F. J. Matusik. 1968. Acoustic vibration for detecting textural quality of apples. American Society for Horticultural Science 93 : 725—737.

2. Armstrong, P. R., H. R. Zapp, and G. K. Brown. 1990. Impulse excitation of acoustic vibrations in apples for firmness determination. TRANSACTIONS of the ASAE 33(4) : 1353—1359.

3. Brigham, E. O. 1988. The fast Fourier transform and its application. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

4. Chen P., and Z. Sun. 1991. A review of nondestructive methods for quality evaluation and sorting of agricultural products. Journal of Agricultural Engineering Research 49 : 85—98.

5. Cooke, J. R. 1972. An interpretation of the resonant behavior of intact fruits and vegetables. TRANSACTIONS of the ASAE 15(6) : 1075—1080.

6. Cooke, J, R., and R. H. Rand. 1973. A mathematical study of resonance in intact fruits and vegetables using a 3-media elastic sphere model. Journal of Agricultural Engineering Research 18 : 141—157.

7. Finney E. E. Jr. 1978. Engineering techniques for nondestructive quality evaluation of agricultural products. Journal of Food Protection 41(1) : 57—62.

8. Huarng, L. 1992. Resonant frequencies and modes of acoustic vibration of apples. Unpublished Ph. D. dissertation, Department of Biological and Agricultural Engineering, University of California, Davis, CA 95616.

9. Walpole, R. E., and R. H. Myers. 1989. Probability and Statistics for engineers and scientists. 4th edition. Macmillan Publishing Company, New York.

10. Yamamoto, H., M. Iwamoto, and S. Haginuma. 1980. Acoustic impulse response method for measuring natural frequency of intact fruits and preliminary applications to interal quality evaluation of apples and watermelons. Journal of Texture Studies 11 : 117—136.

A Study on the Modulus of Elasticity Decaying Model for Apples[1]

Li-Duhng Huarng[2] and pictiaw Chen[3]

Summary

Resonant frequencies as well as mass, density and Poisson's ratio have been used as parameters to obtain the modulus of elasticity of Red Delicious Apples in this study. The apples were immediately stored in a controlled atmosphere room with temperature maintained at 20°C and relative humidity at 90% right afetr being picked from trees. The apples were tested for its acoustic spectrum responses in every three-day interval. A FORTRAN FFT (Fast Fourier Transform) was applied to analyze the frequency content of each spectrum. The study showed that the modulus of elasticity decayed with time exponentially. The time constant, k, is approximately between 0.08 and 0.20. The correlation coefficient (R^2) of the linear regression between the modulus of elasticity obtained from the resonant frequencies and that from the model is between 0.907 and 0.997. This gives a strong evidence that the exponentially decaying model for Red Delicious Apples are appropriate.

Key words : Apple, Resonant frequency, Modulus of elasticity, Frequency spectrum.

---

1. Contribution No. 1681 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assistant Agricultural Engineer, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.
3. Professor, Department of Biological and Agricultural Engineering, University of California, Davis, CA 95616 USA.

中華農業研究

第四十二卷　　第三期

中華民國八十二年九月出版

發行人：杜金池

總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）

呂秀英　陳一心　劉大江　劉新裕

蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）

王德男　沈再發　林昭雄　施昭彰

徐信次　曹幸之　劉政道

農化組：連　深（主審）

張淑賢　劉慧瑛

植病組：彭金騰（主審）

王惠亮　林正忠　程永雄　黃秋雄

蔡財旺　蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）

何琦琛　鄭　允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）

陳加忠　黃禮棟　顏欽崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 42, No. 3 Sep. 1993

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chisn-Chyu Tu

EDITOR IN CHIEF : Chin-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Shen Lian (Agri. Chemistry)
Lien-Sheng Liang (Agri. Machinery)
Kang-Chen Lo (Applied Zoology)
Hung-Shung Lu (Agronomy)
Jin-Torng Peng (Plant Pathology)
Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Su-San Chang
Chia-Chung Chen
Yi-Shin Chen
Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng
Yung-Hsiung Cheng
Chyi-Chen Ho
Hsin-Tszu Hsu
Chiou-Hsiung Huang
Li-Duhng Huarng
Cheng-Chung Lin
Chao-Hsiung Lin
Tsung-dao Liou
Dah-Jiang Liu
Huey-Ing Liu
Sin-Tie Liu
Hsiu-Ying Lu
Tzay-Fa Sheen
Jau-Chang Shih
Tsai-Wang Tsai
Wu-Hsiung Tsai
Shing-Jy Tsao
Hsin-Sheng Tsay
Der-Nung Wang

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853820010

Vol. 42, No. 3 Sep. 1993

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政中臺字第〇三〇九號登記爲雜誌交寄

CONTENTS

Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize. I. Kernel Type and Crop Season on the Variations of Silage Yield and Quality Traits ……Guang-Jauh Shieh and Fu-Sheng Thseng…217

Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize. II. Crop Seasons on Combination Ability Expression of Kernel Type ……Guang-Jauh Shieh and Fu-Sheng Thseng…232

Studies on Tissue Culture of *Bupleurum falcatum* L. cv. Tainung No.1 ……Jia-Yan Hsu, Sin-Yie Liu and Hsin-Sheng Tsay…245

Studies on Tissue Culture of *Angelica Dahurica* Var *Formosana* I. Callus Induction and Medium Evaluation--Wen-Der Chang, Chung-Chuan Chen, Yuan-Shiun Chang and Hsin-Sheng Tsay ……253

Studies on the Selection, Cultivation, and Quality of Yam (*Dioscorea alata* L.) Line 70W04 ……Sin-Yie Liu, Jau-Yueh Wang, Li-Mei Son and Chieh-Chih Kao…265

Genetic and Agronomic Variation among Yam Genotypes ……Jau-Yueh Wang, Sin-Yie Liu, Li-Mei Son and Chieh-Chih Kao…280

Selection of Breeding Progenies in Carambola for Processing Use ……Wu-Chang Wang and Shu-Hui Yang…292

Seasonal Occurrenec and Chemical Control of the Citrus Red Mite (*Panonychus Citri* (*McGregor*)) on Indian Jujube ……Hung-Chich Wen, Hsiu-Ha Hao and Cheng-Chung Lin…303

List of Suborder Terebrantia (Thysanoptera) from Taiwan ……Chin-Ling Wang…309

A Study on the Modulus of Elasticity Decaying Model for Apples ……Li-Duhng Huarng and Pictiaw Chen…327

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China